



*Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos,  
Canales y Puertos.*  
**UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**



# **DIMENSIONAMIENTO DE UNA RED DE CALOR EN EL CAMPUS DE LAS LLAMAS PARA LA UNIVERSIDAD DE CANTABRIA**

Trabajo realizado por:

***Víctor Manuel Fernández Fernández***

Dirigido:

***Pablo Pascual Muñoz***

Titulación:

**Grado en Ingeniería Civil**

Santander, julio de 2020

**TRABAJO FIN DE GRADO**

## Índice

1. RESUMEN
2. MEMORIA
3. ANEJOS A LA MEMORIA
  - a. ANEJO I. CLIMA
  - b. ANEJO II. CÁLCULO DE LA RED
  - c. ANEJO III. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA
  - d. ANEJO IV. MAQUINARIA
4. PLANOS
5. PLIEGO DE CONDICIONES
6. PRESUPUESTO

**Título:** Dimensionamiento de una Red de Calor en el Campus de Las Llamas para la Universidad de Cantabria.

**Autor:** Víctor Manuel Fernández Fernández.

**Director:** Pablo Pascual Muñoz.

**PALABRAS CLAVE:**

Calefacción, Distrito, Red, Calor, Dimensionamiento, Tubería, Caldera, Nave, Bomba, Agua, Caliente.

**RESUMEN:**

El presente Trabajo Fin de Grado pretende dimensionar una Red de Calor en el Campus de Las Llamas para la Universidad de Cantabria. Para ello, el alumno se apoyará en los datos de demanda energética conocidos de los dos edificios de la E.T.S. de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Estimaré la demanda energética del resto de edificios a través de su superficie y calcularé la potencia necesaria para satisfacer dicha demanda total. Una vez calculada la potencia se seleccionarán las calderas correspondientes y las bombas de impulsión necesarias. De igual modo, se dimensionarán los diámetros correspondientes a las tuberías de abastecimiento de la red de calor, así como los intercambiadores de calor que se sustituirán por las actuales calderas en las salas de los edificios destinadas a albergarlas.

Los edificios que compondrán la red son:

- 1) Facultad de Derecho y Económicas.
- 2) Pabellón de Gobierno.
- 3) Edificio Interfacultativo.
- 4) Edificio de Filología.
- 5) Pabellón Polideportivo.
- 6) Instituto de Física de Cantabria.
- 7) Facultad de Ciencias.
- 8) Grupo de Ingeniería Telemática.
- 9) Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (Aulas y Laboratorios).
- 10) Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicaciones.
- 11) Edificio 3 Torres.

También se hará un pequeño cálculo de la estructura de una nave industrial para la maquinaria y se estimará un presupuesto global de la instalación, desde las calderas a instalar hasta los intercambiadores de calor, pasando por las tuberías seleccionadas, sus elementos y las obras necesarias para su colocación.

En total, la longitud de tuberías instaladas será de 4.197,2 metros. Distribuida en 10 diámetros diferentes para un óptimo aprovechamiento de la sección y del presupuesto.

El plazo de ejecución de las obras será de 12 semanas, procurando comenzar durante las vacaciones de verano escolares para evitar posibles molestias a estudiantes y personal docente de la universidad ocasionadas por ruidos y aprovechar las buenas condiciones meteorológicas de la época.

La suma del Presupuesto de Ejecución Material asciende a la cantidad de 788.740,20€ SETECIENTOS OCHENTA Y OCHO MIL SETECIENTOS CUARENTA EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS.



**Title:** Design of a District Heating Network in the Las Llamas Campus of the University of Cantabria

**Author:** Víctor Manuel Fernández Fernández.

**Supervisor:** Pablo Pascual Muñoz.

**KEY WORDS**

District, Heating, Network, Heat, sizing, Pipe, Boiler, Structure, Water, Pump, Hot

**ABSTRACT:**

The present Final Degree Work tries to calculate a District Heating Network located in Las Llamas Campus for the University of Cantabria. To get it, the student will be provided by the energy demand data of School of Civil Engineering and then, he will estimate the energy demand for all the Campus Schools and Faculties knowing the square meters of surface from each of them. Later, the boiler power needed and the pipes diameter or length of District Heating Network will be calculated and the heat exchangers will replace the old boilers placed inside of buildings.

The supplied buildings are these:

- 1) Faculty of Economics and Business Studies.
- 2) Government Pavillion
- 3) Faculty of Teacher Training.
- 4) Philology Building.
- 5) Multisports Pavilion.
- 6) Physical Institute of Cantabria.
- 7) Faculty of Sciences.
- 8) Telematics engineering group.
- 9) School of Civil Engineering.
- 10) School of Industrial Engineering and Telecommunications.
- 11) 3 Towers Building.

In addition, the student will calculate the structure where the boilers and the water pumps will be located and he will make an estimated budget of the District Heating Network, since the boilers until the heat exchangers, passing through the selected pipes and the works done.

The whole length of the pipes will be 4.197,2 meters and ten different diameter measurements will be needed.

The works will last for 12 weeks starting at the beginning of summer holidays to avoid disturbing students and teachers and taking advantages of the good weather too.

Finally, the Budget of material execution will be 788.740,20€ seven hundred and eighty eight thousand seven hundred and fourty euros and twenty cent.

## Índice

MEMORIA DESCRIPTIVA.....	3
1. Introducción.....	3
1.1. Situación actual de los sistemas de Redes de Calor y Frío.....	3
2. Antecedentes.....	4
2.1. Situación.....	4
2.2. Problemática actual.....	5
3. Motivación y objetivos.....	5
4. Descripción de la zona.....	6
5. Solución adoptada.....	6
5.1. Nave industrial para maquinaria.....	6
5.2. Red de tuberías.....	6
6. Plan de obra.....	6
7. Resumen del presupuesto.....	7
8. Estudio de Seguridad y Salud.....	7
MEMORIA CONSTRUCTIVA.....	7
1. Nave industrial para maquinaria.....	7
1.1. Cimentación.....	8
1.2. Estructura.....	9
2. Red de distribución.....	10
2.1. Demanda energética.....	10
2.3. Instalación actual de calderas.....	13
2.4. Instalación de nuevas calderas.....	14
2.5. Selección de la bomba de circulación.....	18
2.6. Dimensionamiento de la tubería preaislada.....	19
2.7. Elementos especiales.....	21



2.8.	Intercambiadores de calor .....	22
2.9.	Excavación de la zanja .....	23

## MEMORIA DESCRIPTIVA

### 1. Introducción

District Heating es una técnica por la cual se distribuye energía térmica a través de una red de tuberías a grandes zonas de población. Se sustituye la caldera individual o colectiva por una central térmica, una amplia red de tuberías de distribución de agua caliente o vapor y se instalan intercambiadores de calor que conectan dicha red con los usuarios.

Las centrales térmicas pueden ser geotérmicas, de cogeneración, solares, de biomasa... y la temperatura de distribución del agua caliente varía de unos sistemas a otros, desde los 80°C hasta los 160°C. En nuestro caso, en vez de emplear una central térmica, emplearemos como generador de calor una caldera de gran potencia para optimizar rendimientos y ahorrar costes.

#### 1.1. Situación actual de los sistemas de Redes de Calor y Frío

Hoy en día se intenta eliminar o sustituir las redes de suministro de vapor por las de agua caliente ya que estas segundas provocan más problemas y son más complicadas de mantener. Solo se intenta mantener el suministro de vapor a zonas industriales que así lo requieran.

En Europa, se pueden identificar dos zonas con redes DH. En los países nórdicos tienen un funcionamiento aceptable, mientras que en los países del este (Rusia y antiguas repúblicas soviéticas) se dejó de realizar el mantenimiento con la caída de la URSS por lo que su funcionamiento es deficiente.

En la Figura 1 se observa la situación de las redes de calor en Europa hace 10 años:

<b>Alemania</b>	<b>Austria</b>	<b>Dinamarca</b>	<b>Finlandia</b>	<b>Bulgaria</b>
12 %	14 %	51 %	50 %	20 %
17.500 km	2.600 km	24.000 km	8.000 km	
54.000 MW	6.000 MW	25.000 MW	14.000 MW	<b>Estonia</b>
				52 %
<b>Eslovenia</b>	<b>Holanda</b>	<b>Hungría</b>	<b>Italia</b>	<b>Gran Bret.</b>
15 %	3 %	16 %	1,5 %	1 %
700 km	320 km	2.000 km	1000 km	
2.000 MW	2.000 MW	8.000 MW	3.000 MW	<b>Portugal</b>
<b>Lituania</b>	<b>Polonia</b>	<b>Suecia</b>		8 %
68 %	52 %	42 %		
3.000 km	16.000 km	11.000 km	<b>Islandia</b>	<b>Rep. Chec</b>
9.000 MW	23.000 MW	23.000 MW	90 %	22 %

*Figura 1. Situación de las redes de calor en Europa año 2010*

Cabe destacar que en Islandia se aprovechan de la energía geotérmica para la distribución de calor a las casas, por eso tienen tanto éxito este tipo de instalaciones.

En España, la situación es bien diferente, con apenas 50 redes de DH o DC. La comunidad autónoma con más redes de DHC es Cataluña con 11. El resto de las regiones españolas no supera la decena o incluso no tiene ninguna red de District Heating instalada como es el caso de Galicia, La Rioja o Murcia.

## 2. Antecedentes

### 2.1. Situación

El proyecto constará de una pequeña nave industrial, dotada de la maquinaria necesaria para el suministro de ACS y calefacción a los edificios del Campus de Las Llamas tales como calderas, bombas de impulsión y válvulas.

En el documento Planos se puede observar la situación de la obra, ubicada en Santander, en el Campus de Las Llamas como se detalla en la figura 2. La nave industrial para la maquinaria será construida en el actual solar del Colegio Mayor Juan de la Cosa, frente a la Escuela Técnica Superior de Caminos Canales y Caminos.



*Figura 2. Situación del Campus de Las Llamas en Santander*



*Figura 3. Situación Nave Industrial para maquinaria*



La pequeña nave industrial que servirá como sala de calderas y base de mantenimiento, se localizará en el solar que se encuentra frente a la E.T.S. de Caminos, Canales y Puertos en la Avenida Los Castros, lugar donde antiguamente se encontraba el Colegio Mayor Juan de la Cosa. (Figura 3).

El resto del solar que no se ocupe se podrá aprovechar para la construcción de un parking en superficie dotando así al campus de más plazas de aparcamiento.

## **2.2. Problemática actual**

La Universidad de Cantabria tiene en la actualidad numerosas calderas desfasadas en sus edificios del Campus de Las Llamas. Dicha antigüedad repercute en los rendimientos y, por consiguiente, en los consumos de combustible (gasóleo y calefacción). Por otro lado, la maquinaria genera ruido en zonas de uso común y emite gases perjudiciales cerca de las aulas y los despachos. Sin embargo, se está realizando desde hace algunos años la renovación de algunos equipos.

## **3. Motivación y objetivos**

El objetivo de este trabajo es dimensionar una red de calor que abastecerá de agua caliente y sanitaria por medio de District Heating al Campus de las Llamas de la Universidad de Cantabria.

Con este proyecto se pretende reducir los costes derivados del uso de agua caliente, tanto para calefacción como para consumo humano ya que se centraliza la producción de calor y se aglutina todo en una o dos calderas más grandes y eficientes. Por otro lado, se reducen las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera y se reducen los costes de mantenimiento de las instalaciones.

Se pasará a servir de calefacción y ACS las siguientes edificaciones, todas ellas situadas en la Avenida Los Castros de Santander:

- 1) Facultad de Derecho y Económicas.
- 2) Pabellón de Gobierno.
- 3) Edificio Interfacultativo.
- 4) Edificio de Filología.
- 5) Pabellón Polideportivo.
- 6) Instituto de Física de Cantabria.
- 7) Facultad de Ciencias.
- 8) Grupo de Ingeniería Telemática.
- 9) Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- 10) Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicaciones.
- 11) Edificio 3 Torres.

#### 4. Descripción de la zona

La ciudad de Santander, emplazada en el Mar Cantábrico disfruta de un clima oceánico con inviernos y veranos suaves. En el anejo “Clima” se pueden observar las temperaturas máximas, mínimas y medias de los últimos 5 cursos. Según el CTE, se encuentra en la zona climática C1.

El Campus de Las Llamas se sitúa en la Avenida Los Castros. Una de las calles más largas de la ciudad que la recorre en dirección Este – Oeste prácticamente.

Desde el punto de vista geológico, la zona se ubica en el flanco sur del Sinclinal Santillana – San Román, de dirección prácticamente E-W y en la que afloran materiales que van desde el Cretácico Inferior hasta el Cuisiense (Terciario), formando estrechas franjas litológicas que siguen la misma dirección que el eje Sinclinal (E-W).

#### 5. Solución adoptada

##### 5.1. Nave industrial para maquinaria

Se construirá sobre el solar del antiguo Colegio Mayor Juan de la Cosa situado frente a la E.T.S. de Caminos Canales y Puertos. Formada por 4 pórticos a 2 aguas de 10m de ancho por 5m de alto en aleros y 6m en cumbrera. La separación entre pórticos será de 3m dando lugar a una longitud de 12m en total. Dispondrá de una puerta metálica de 3x3m para permitir introducir y sacar los elementos interiores con facilidad de maniobra. En ella se albergarán las calderas necesarias para la producción de agua caliente, así como las bombas de impulsión y los diferentes elementos de control de la red.

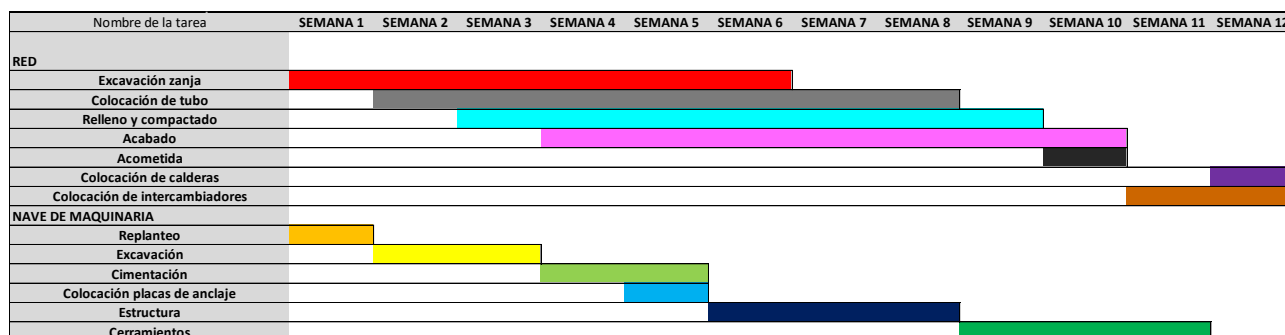
##### 5.2. Red de tuberías

La red de tuberías preaisladas tendrá su origen en las calderas y llevará agua caliente hasta los intercambiadores de placas que se instalarán en las actuales salas de calderas de cada edificio. Dicha red tendrá una longitud total de 2.098,6m y estará formada por dos tubos idénticos, uno para transporte de agua caliente y otro para retorno de agua fría. Los tubos irán enterrados para minimizar las pérdidas térmicas y asegurar su integridad.

#### 6. Plan de obra

Se fijará el tiempo de ejecución de las obras de 12 semanas, siendo durante los meses de verano para molestar lo menos posibles a alumnos y profesores y ya que es la época del año en la que menos demanda energética hay. En la Ilustración 1 se detalla el plan de obra





*Ilustración 1. Plan de obra*

## 7. Resumen del presupuesto

El presupuesto de ejecución material de la obra asciende a la cifra de 788.640,20 Setecientos ochenta y ocho mil seiscientos cuarenta euros con veinte céntimos

## 8. Estudio de Seguridad y Salud

Según el Real Decreto 337/2010, por el que se establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en proyectos y obras de construcción, será necesario un Estudio de Seguridad y Saludo Completo cuando se dé alguno de los siguientes casos:

- P.B.L. mayor o igual a 450.759,08€
- Plazo de ejecución estimado superior a 30 días laborables empleando en algún momento más de 20 trabajadores.
- Volumen de mano de obra estimada, entendida como la suma de los días de trabajo de todos los trabajadores superior a 500 días.
- Obras en túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

En este caso el Presupuesto Base de Licitación es superior a la citada cantidad por lo que será necesario incluir un Estudio de Seguridad y Salud que no será objeto de este proyecto.

## MEMORIA CONSTRUCTIVA

### 1. Nave industrial para maquinaria

A continuación, se detallan los elementos que formarán parte de la estructura de la nave industrial.

## 1.1. Cimentación

### 1.1.1. Tipo de Terreno

El terreno que aparece en la zona es un sustrato rocoso. Anteriormente había un relleno de material para la ejecución de un aparcamiento que fue retirado por medios mecánicos para la realización de otra obra que no llegó a ejecutarse por razones de diversa índole que no competen el presente proyecto.

### 1.1.2. Tipo de cimentación

Se optará por una cimentación superficial con zapatas rectangulares y vigas de atado en hormigón armado HA-25 y acero B500S. Dichas zapatas estarán unidas al pilar mediante placas de anclaje.

En el documento “Planos” se detallan el tipo de cimentación y sus medidas.

### 1.1.3. Zapatas

Todas las zapatas de la nave industrial son zapatas rectangulares de doble armado y con un único arranque centrado en cada una. Se apoyarán sobre una capa de hormigón de limpieza de 10cm.

### 1.1.4. Vigas de atado

Unirán todas las zapatas perimetrales para conseguir dar rigidez a la estructura frente a esfuerzos horizontales sobre la zapata. Del mismo modo, servirán para arrancar el muro perimetral de bloques de hormigón que cerrará nuestra estructura. Su profundidad coincidirá con la parte superior de la zapata y también se apoyará sobre una capa de hormigón de limpieza de 10cm.

### 1.1.5. Solera

Una vez nivelada y compactada la superficie del terreno correspondiente al interior de la nave industrial, se realizará un relleno de zahorra artificial de 15cm. Dicho relleno deberá cumplir los requisitos técnicos necesarios que aseguren su adecuada puesta en obra y compactación. Sobre el relleno se colocará una lámina de polietileno para separar el hormigón de la solera de la zahorra y evitar así su mezcla y rozamiento, evitar la pérdida de agua del hormigón durante su puesta en obra y aislar el pavimento de la humedad natural del terreno. Para ello, será necesario un solape entre láminas de al menos 50cm.

Sobre la lámina se ejecutará la solera de 20cm de espesor, armada con mallazo electrosoldado de acero B400S con redondos de 5mm de diámetro y cuadrícula de 15x15cm. Este mallazo deberá disponerse en la zona superior de la solera, donde mayor es la retracción, con recubrimiento de al menos 6cm respecto de la superficie. Deberán ejecutarse juntas de dilatación y retracción a lo largo de toda la solera para el buen funcionamiento de esta.

## 1.2. Estructura

### 1.2.1. Estructura principal

Se ha pretendido optimizar tiempos y secciones, por lo que únicamente se utilizarán secciones de la serie IPE para toda la estructura. También se emplearán barras redondas como tirantes para arriostrar la estructura frente a la acción del viento con cruces de San Andrés entre los pórticos 1-2 y 4-5.

Los pórticos a dos aguas salvan una luz de 10 metros y tienen una altura al alero de 5m y a la cumbrera de 6m por lo que su pendiente es del 20%. Las correas entre pórticos se disponen cada 1,2m.

Los perfiles a emplear son los siguientes:

- IPE-220 en todos los pilares y dinteles a excepción de los interiores de los pórticos hastiales.
- IPE-180 en pilares interiores de los pórticos hastiales.
- IPE-80 en vigas de atado.
- IPE-80 en correas de cubierta
- Redondos Ø10mm en arriostramientos con cruces de San Andrés.

El material empleado para los perfiles es acero laminado S275 pintado con pintura intumescente para mejorar su comportamiento frente al fuego.

### 1.2.2. Cubierta

En la envolvente del edificio, se ha optado por la utilización de Panel sándwich blanco prefabricado para la cubierta, formado por dos caras exteriores de chapa de acero prelacada y galvanizada de unos 0.5mm, conformadas en frío y unidas entre sí por un núcleo central aislante de espuma rígida de poliuretano expandido. La ventaja de estos paneles es su fácil montaje y que son autoportantes. Tienen una anchura de 1050mm y longitudes de hasta 16m. Gracias a estos paneles se puede conseguir un aislamiento acústico de 42dB según el fabricante y un coeficiente de transmisión térmica de 0,52 W/m<sup>2</sup>K.

En los cálculos del cerramiento se han considerado un peso propio de 25kg/m<sup>2</sup> y una sobrecarga de 41kg/m<sup>2</sup>.

Los paneles se fijarán al entramado de las correas mediante tornillos autorroscantes que quedan ocultos bajo el cubrejuntas, dichas correas están separadas cada 1,2m. Estos paneles según fabricante precisan de una pendiente mínima del 5%, sobradamente cumplida.

### 1.2.3. Cerramiento lateral

Para la construcción de las fachadas, se empleará bloque de hormigón blanco Normabloc que irá apoyado sobre la viga de cimentación situada en la base. El muro irá enfoscado en su interior. Se dispondrán huecos para colocar paneles de 4x1m, uno en cada fachada a una altura de 4m de policarbonato translúcido y

favorecer así la iluminación natural del recinto interior. Con dicho bloque se consiguen alcanzar los 60dB de aislamiento acústico según fabricante y una capacidad aislante de hasta 0,54W/m<sup>2</sup>K.

## 2. Red de distribución

En este apartado se detallarán los cálculos realizados para el dimensionamiento de la red de distribución.

En el anejo II CÁLCULO DE LA RED, se detallan todos los cálculos realizados para la consecución de todos los datos que se presentan a continuación.

### 2.1. Demanda energética

Ante la falta de datos sobre la demanda energética en cada edificio del campus, se procede a su estimación extrapolando la demanda conocida de la E.T.S. de Ingeniería Caminos, Canales y Puertos del año 2017 (Tabla 1).

*Tabla 1. Demanda energética Escuela Técnica Superior de Caminos en el año 2.017*

	LABORATORIOS		AULAS		MEDIA	
MES	kWh	kWh/m <sup>2</sup>	kWh	kWh/m <sup>2</sup>	kWh	kWh/m <sup>2</sup>
ENERO	112.757	24,22	105.764	32,5	109.260	<b>28,36</b>
FEBRERO	62.698	13,47	70.193	21,56	66.445	<b>17,52</b>
MARZO	47.412	10,18	55.712	17,11	51.562	<b>13,65</b>
ABRIL	24.799	5,33	28.389	8,72	26.594	<b>7,00</b>
MAYO	4.521	0,97	7.630	2,34	6.075	<b>1,66</b>
JUNIO	155	0,03	239	0,07	197	<b>0,05</b>
JULIO	249	0,05	225	0,07	237	<b>0,06</b>
AGOSTO	369	0,08	262	0,08	315	<b>0,08</b>
SEPTIEMBRE	391	0,08	344	0,11	367	<b>0,10</b>
OCTUBRE	1.730	0,37	502	0,15	1.116	<b>0,26</b>
NOVIEMBRE	60.933	13,1	56.851	17,46	58.892	<b>15,28</b>
DICIEMBRE	74.833	16,1	65.747	20,2	70.290	<b>18,15</b>
TOTAL	390.847	83,97	391.857	120,35	391.352	<b>102,15</b>

Así pues, la demanda anual estimada del resto de edificaciones del Campus será la que se muestra en la tabla siguiente (Tabla 2). Para la realización de esta estimación, se ha calculado la superficie de cada edificio con el visor SigPac y se ha multiplicado el resultado de la media total en kWh/m<sup>2</sup> por el número de metros cuadrados resultantes en la medición.

Como puede verse, la facultad de Derecho y Económicas es el edificio que más consumo se estima, esto es debido a su superficie. También es uno de los edificios con mayor número de alumnos. El polideportivo, sin embargo, principalmente tendrá un uso de la red para la utilización de agua caliente sanitaria para las duchas, por lo que tiene un consumo relativamente bajo en comparación con su superficie.

Hay que destacar también que la estimación del edificio de las 3 torres puede no ser el correcto, es un edificio de nueva construcción y sus materiales envolventes son de mejor calidad y cumplen unas exigencias más estrictas que el resto de las edificaciones del campus.

*Tabla 2. Estimación de consumos en los edificios del Campus*

MES	Ciencias	IFCA	Ing. Teleco	3 Torres	E.T.S.I. Industriales	Derecho y Económicas	Inter	Filología	Polideportivo	Pab. Gobierno
ENERO	169.309	21.270	133.292	31.480	90.752	211.282	169.026	28.360	32.614	62.392
FEBRERO	104.594	13.140	82.344	19.447	56.064	130.524	104.419	17.520	20.148	38.544
MARZO	81.490	10.238	64.155	15.152	43.680	101.693	81.354	13.650	16.698	30.030
ABRIL	41.790	5.250	32.900	7.770	22.400	52.150	41.720	7.000	5.050	15.400
MAYO	9.910	1.245	7.802	1.843	5.312	12.367	9.894	1.660	1.909	3.652
JUNIO	299	38	235	55	160	373	298	50	58	110
JULIO	358	45	282	67	192	447	358	60	69	132
AGOSTO	478	60	376	89	256	596	477	80	92	176
SEPTIEMBRE	597	75	470	111	320	745	596	100	115	220
OCTUBRE	1.552	195	1.222	289	832	1.937	1.550	260	299	572
NOVIEMBRE	91.222	11.460	71.816	16.960	48.896	113.836	91.069	15.280	17.572	33.616
DICIEMBRE	108.356	13.613	85.305	20.147	58.080	135.218	108.174	18.150	20.872	39.930

Con los datos de la tabla anterior obtenemos una estimación de la demanda total por mes, cuyos resultados se reflejan en la tabla siguiente (Tabla 3). Estos datos responden a la lógica de un clima como el de Santander, con el mes de enero como el más frío seguido por el mes de diciembre. Durante el verano el consumo de agua caliente se reduce básicamente a las duchas instaladas en los edificios (polideportivo, laboratorios...)

*Tabla 3. Demanda energética mensual del Campus*

MES	DEMANDA (kWh)
ENERO	1.168.298
FEBRERO	719.635
MARZO	557.114
ABRIL	284.618
MAYO	67.745
JUNIO	2.070
JULIO	2.430
AGOSTO	3.257
SEPTIEMBRE	4.084
OCTUBRE	10.940
NOVIEMBRE	629.511
DICIEMBRE	748.425

Para dimensionar la red se tomarán los valores de demanda máximos, correspondientes al mes de ENERO ya que se trata del mes con mayor demanda.

### 2.3. Instalación actual de calderas

En la tabla adjunta se detallan los modelos de calderas instalados en la actualidad en los diferentes edificios del campus, así como su potencia, cantidad y rendimiento (Tabla 4). Hay que destacar que en algunos casos las calderas tienen muchos años de antigüedad, por lo que los rendimientos que aparecen reflejados no se corresponden a la realidad, ya que se refieren a un modelo nuevo y en perfecto estado de mantenimiento y uso. Por último, hay que reseñar que, aunque alguna caldera pueda ser de combustión mixta (gasóleo – gas), la mayoría utiliza gas como combustible.

*Tabla 4. Calderas instaladas en la actualidad*

Edificio	Modelo	Potencia	Cantidad	Rendimiento	Potencia Real
Ciencias	Roca CPA600	697,7 kW	2	92%	1.278,8 kW
Caminos (Aulas)	De Dietrich C630-700 ECO 2	700 kW	1	98%	686 kW
Caminos (Laboratorios)	Roca TR3	488,4 kW	2	90%	879,12 kW
Ing. Teleco.	Roca CPA200	240 kW	2	92%	441,6 kW
ETS Industriales	Roca NTD-500	675 kW	3	92%	1.863 kW
Derecho/Económicas	Roca CPA	465,1 kW	4	92%	1711,2 kW
Interfacultativo (1)	De Dietrich C630-700 ECO 2	700 kW	1	98%	686 kW
Interfacultativo (2)	De Dietrich C230-170 ECO K3	179 kW	2	97,5%	349 kW
Edificio de filología	Roca T 6100/90	110 kW	2	92%	202,4 kW
IFCA	Roca TD-260	302,3 kW	1	80%	241,8 kW
Polideportivo	De Dietrich C630-700 ECO 2	700 kW	1	98%	686 kW
Pabellón de Gobierno	De Dietrich C230-170 ECO	166 kW	2	97,5%	323,7 kW
<b>TOTAL kW</b>		<b>10.049,5</b>			<b>9349,8</b>

#### 2.4. Instalación de nuevas calderas

Una vez calculada la potencia necesaria, que para este proyecto es de 4.906 kW (ver ANEJO II) se procede a la selección de la caldera a instalar. Se ha optado por un modelo de la marca Viessmann o similar cuyo combustible es el gas natural. La temperatura de impulsión será de 80°C y la de retorno 50°C.

Se detallan a continuación algunas de las razones que justifican la selección de este tipo de combustible:

- Aunque el uso de la energía de la biomasa está en auge, requiere de una serie de cuidados especiales en el almacenaje de la astilla y el pellet para evitar obstrucciones en las tolvas de entrada de combustible que no ocurre con el gasóleo ni con el gas.
- El mantenimiento de las calderas de biomasa tiene que ser mucho más intensivo que en las otras opciones.



- Actualmente el combustible de pellets disfruta de una serie de ventajas fiscales que no podemos asegurar que sigan en un futuro no muy lejano.
- Las calderas de gasóleo y gas actuales tienen filtros y dispositivos que minimizan las emisiones nocivas a la atmósfera.
- La biomasa precisa de un depósito de inercia ya que, a pesar de mandar la orden de dejar de quemar, los pellets en el quemador han de terminar de consumirse.

Las características específicas de la caldera seleccionada para este proyecto se muestran a continuación (Tabla 5). Concretamente se instalarán 2 calderas del modelo **VITOMAX 200 LW (tipo M62C006) + Economizador integrado (o similar)**. La razón por la que se decide instalar dos equipos es para asegurar un abastecimiento de calor de al menos el 60% en caso de avería de una de las calderas. También durante la época estival, debido al incremento de las temperaturas y bajada de la demanda energética se puede trabajar únicamente con una de ellas y reducir costes de mantenimiento y de consumo.

*Tabla 5. Características específicas de la caldera Viessmann Vitomax 200 LW*

Potencia térmica útil	2.900 kW
Presión máxima admisible	6 bar
Eficiencia de la caldera con eco integrado	95.7%
Temperatura del agua de avance/retorno (°C)	80/50

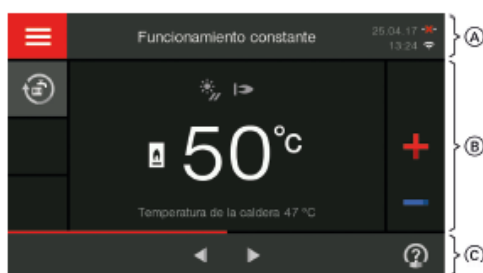
## REGULACIÓN DE CALDERA

Para un funcionamiento fiable y rentable de una instalación de calefacción, VIESSMANN ofrece mediante el sistema de regulación digital VITOTRONIC. Este sistema es apto para la comunicación e integración completa en el sistema de automatización de edificios inteligentes, mediante el protocolo de comunicación estandarizado BUS LON (cuyo suministro es opcional).

Abarcando todas las aplicaciones y estrategias de regulación conocidas, pues está desarrollado para satisfacer cualquier necesidad.

Con la caldera se suministra la regulación electrónica tipo VITOTRONIC 100 (Figura 4) para funcionamiento a temperatura constante como caldera individual o regulación básica en instalaciones con regulación externa de jerarquía superior.

**Indicaciones en la pantalla de inicio**



*Fig. 1*

- (A) Línea de menús
- (B) Gama de funciones
- (C) Área de navegación

*Figura 4. Pantalla Vitotronic*

## EQUIPO DE COMBUSTIÓN

El equipo de combustión está formado por un quemador automático de la firma MONARCH-WEISHAUPT BAJO NOx, con regulación del aporte calorífico de tipo MODULANTE, con las características siguientes (Tabla 6):

*Tabla 6. Características del equipo de combustión*

Modelo	WM-G30/2-A/ZM - 3LN
Construcción	Monobloc
Combustible	Gas natural
Potencia máxima (kW)	3.000
Potencia mínima (kW)	500
Presión de alimentación (mbar)	150
Cuadro eléctrico	Mural
Motoventilador	Incorporado
Programador	WF-M 200
Variador Velocidad	Incluido
Regulación de O <sub>2</sub>	No Incluido
Integración G.T.C	modbus
Reducción NOx	3LN
Rampa de alimentación R2'	Llave de corte, filtro, regulador, grupo doble de electroválvulas y control de estanqueidad
Anillo de combustible líquido	Excluido
Altitud máxima aprox. (msnm)	500

La combinación de caldera y quemador seleccionados cumplen en su conjunto con el Real Decreto 1042/2017, de 22 de diciembre, sobre la limitación de las emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de las instalaciones de combustión medianas y por el que se actualiza el anexo IV de la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera, siendo las emisiones para gas natural < 100 mg/Nm<sup>3</sup> (Figura 5).

Contaminante	Biomasa sólida	Otros combustibles sólidos	Gasóleo	Combustibles líquidos distintos del gasóleo	Gas natural	Combustibles gaseosos distintos del gas natural
SO <sub>2</sub>	200 <sup>(1)</sup>	400	—	350 <sup>(2)</sup>	—	35 <sup>(3)</sup> <sup>(4)</sup>
NO <sub>x</sub>	300 <sup>(5)</sup>	300 <sup>(5)</sup>	200	300 <sup>(6)</sup>	100	200
Partículas	20 <sup>(7)</sup>	20 <sup>(7)</sup>	—	20 <sup>(8)</sup>	—	—

<sup>(1)</sup> El valor no se aplica en el caso de instalaciones que quemen exclusivamente biomasa sólida leñosa.

<sup>(2)</sup> Hasta el 1 de enero de 2025, 1.700 mg/Nm<sup>3</sup> en el caso de instalaciones que formen parte de una pequeña red aislada o de una microrred aislada.

<sup>(3)</sup> 400 mg/Nm<sup>3</sup> en el caso de gases de bajo poder calorífico procedentes de hornos de coque, y 200 mg/Nm<sup>3</sup> en el caso de gases de bajo poder calorífico procedentes de altos hornos (industria siderúrgica).

<sup>(4)</sup> 100 mg/Nm<sup>3</sup> en el caso de biogás.

<sup>(5)</sup> 500 mg/Nm<sup>3</sup> en el caso de instalaciones con una potencia térmica nominal total igual o superior a 1 MW e inferior o igual a 5 MW.

<sup>(6)</sup> Hasta el 1 de enero de 2025, 450 mg/Nm<sup>3</sup> cuando quemen fuelóleo pesado que contenga entre 0,2 % y 0,3 % N y 360 mg/Nm<sup>3</sup> cuando quemen fuelóleo pesado que contenga menos de 0,2 % N en el caso de instalaciones que formen parte de una pequeña red aislada o de una microrred aislada.

<sup>(7)</sup> 50 mg/Nm<sup>3</sup> en el caso de instalaciones con una potencia térmica nominal total igual o superior a 1 MW e inferior o igual a 5 MW; 30 mg/Nm<sup>3</sup> en el caso de instalaciones con una potencia térmica nominal total superior a 5 MW e inferior o igual a 20 MW.

<sup>(8)</sup> 50 mg/Nm<sup>3</sup> en el caso de instalaciones con una potencia térmica nominal total igual o superior a 1 MW e inferior o igual a 5 MW.

*Figura 5. Valores límite de emisión para las nuevas instalaciones de combustión mediana*

Las dimensiones de la caldera seleccionada están reflejadas en la siguiente figura (figura 6):

**Caldera industrial de agua caliente, Vitomax 200 LW, modelo 62A, de 2,3 a 6,0 MW**



Potencia térmica útil	MW	2,30	2,80	3,50	4,50	6,00
<b>Medidas (sin embalaje)</b>						
Longitud	m	4,20	4,50	4,85	5,30	5,90
Anchura	m	1,95	2,04	2,18	2,31	2,43
Altura	m	2,24	2,33	2,47	2,63	2,75
<b>Peso para presión de servicio adm.de:</b>						
6 bar	t	4,9	5,6	6,6	8,0	9,8
10 bar	t	5,6	6,4	7,6	9,2	11,6
16 bar	t	6,7	7,6	9,1	11,0	14,0
<b>Volumen de agua de la caldera</b>	m <sup>3</sup>	4,9	5,6	7,0	8,7	10,5

*Figura 6. Dimensiones Caldera Vitomax 200 LW*

## 2.5. Selección de la bomba de circulación

Para el desplazamiento del fluido se instalará una bomba hidráulica en la nave de maquinaria. Dicha bomba irá conectada en paralelo a otra de las mismas características para asegurar el caudal necesario en caso de avería o para paradas técnicas de mantenimiento.

Teniendo en cuenta que el caudal necesario para la red de distrito es  $Q = 166,263 \text{ m}^3/\text{h}$ , y que las pérdidas de carga son de  $H = 98,63 \text{ m}$ , la bomba seleccionada será de la marca Wilo, en concreto el modelo CronoNorm NLG o similar. Se trata de una bomba centrífuga de baja presión de una etapa con aspiración axial según ISO 5199 montada sobre una paca base. Se emplea en diversos ámbitos como la impulsión de agua de calefacción, agua fría y mezclas de agua – glicol por lo que la hace ideal para nuestro trabajo. Su caudal máximo es de  $2.800 \text{ m}^3/\text{h}$  y la altura de impulsión máxima de  $140 \text{ m}$ . Tal como muestra la curva carga – caudal de la figura siguiente (Figura 7).

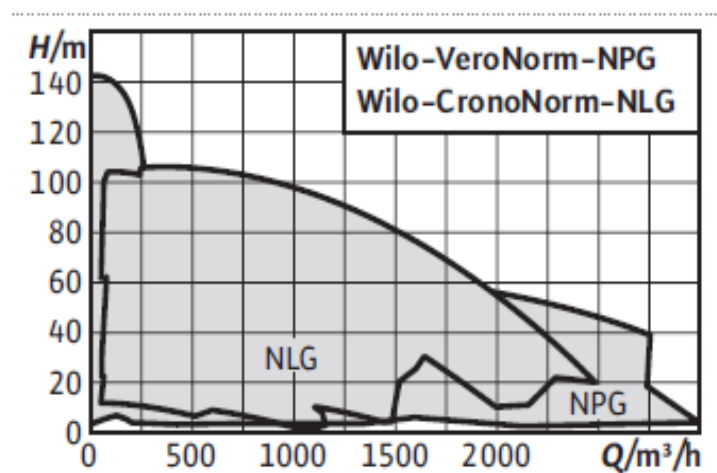


Figura 7. Curva H-Q Bomba Wilo CronoNorm NLG

Además, posee las siguientes características:

1. Costes del ciclo de vida útil reducidos gracias a un nivel de eficiencia optimizado.
2. Cierre mecánico independiente del sentido de giro.
3. Anillo de desgaste intercambiable.
4. Rodamientos de bolas con dimensiones generosas permanentemente lubricados.
5. Temperatura de fluido desde  $-20^\circ\text{C}$  hasta  $+120^\circ\text{C}$
6. Alimentación eléctrica.
7. Índice de eficiencia mínima (MEI) mayor o igual a 0,4.
8. Presión de trabajo de hasta 16 bares.
9. Bomba de carcasa espiral horizontal de una etapa horizontal con soporte de rodamiento y anillos de desgaste reemplazables en diseño industrial.

10. Sellado de eje con cierre mecánico según EN 12756.
11. Carcasa espiral con pies de soporte de la bomba en fundición.
12. Rodamiento ranurado de bolas lubricado para el cojinete del eje de la bomba.
13. Motores con clase de eficiencia energética IE3.

## 2.6. Dimensionamiento de la tubería preaislada

Se utilizarán tubos preaislados de la marca REHAU o similar, en concreto su producto RAUTHERMEX o similar.

A continuación, se detallan las tuberías (Figura 8):



*Figura 8. Tubería Rauthermex*

Los largos de bobina de hasta 570m permiten realizar trazados muy largos sin tener que recurrir a manguitos de unión. No son necesarios cojines de dilatación ni liras para la colocación. Las tuberías tienen una gran durabilidad gracias a los materiales resistentes a la corrosión, al aislamiento posterior estanco al agua y al sistema de tubería estanca longitudinalmente.

- Aislamiento.

Está fabricado en espuma de PU espumada con pentano. El aislante se fabrica de forma continua libre de CFCs y de HCFCs.

- Cubierta exterior.

La cubierta exterior está corrugada para mejorar las propiedades de resistencia estática, incrementa la flexibilidad y hace posibles radios de curvaturas más pequeños. Se fabrica en PE-LLD lo que permite una muy buena unión con la espuma de PU y un extrusionado sin costuras sobre la espuma de PU.

Con todo esto, la gama de tuberías seleccionadas según catálogo se refleja en la siguiente tabla (Tabla 7);

Tabla 7. Diámetros comerciales de tubería Rauthermex

Modelo	d	s	D <sup>2)</sup>	Volumen tubo interno	Peso	Longitud máx. de la bobina		Valor U
	[mm]	[mm]	[mm]	[l/m]	[kg/m]	2,8 m x 0,8 m	2,8 m x 1,2 m	
UNO 20/76	20	1,9	78	0,206	0,79	520	780	0,096
UNO 25/91	25	2,3	93	0,327	1,28	370	570	0,099
UNO 32/91	32	2,9	93	0,539	1,38	370	570	0,121
UNO 32/111 <sup>1)</sup>	32	2,9	113	0,539	1,69	275	400	0,103
UNO 40/91	40	3,7	93	0,835	1,48	370	570	0,151
UNO 40/126 <sup>1)</sup>	40	3,7	128	0,835	2,18	195	305	0,111
UNO 50/111	50	4,6	113	1,307	2,11	275	400	0,155
UNO 50/126 <sup>1)</sup>	50	4,6	128	1,307	2,64	195	305	0,136
UNO 63/126	63	5,8	128	2,075	2,86	195	305	0,177
UNO 63/142 <sup>1)</sup>	63	5,8	144	2,075	3,49	140	225	0,154
UNO 75/162	75	6,8	164	2,961	4,37	95	150	0,162
UNO 90/162	90	8,2	164	4,254	5,02	95	150	0,206
UNO 90/182 <sup>1)</sup>	90	8,2	185	4,254	5,61	52	86	0,175
UNO 110/162	110	10	164	6,362	5,78	95	150	0,296
UNO 110/182 <sup>1)</sup>	110	10	185	6,362	6,64	52	86	0,236
UNO 125/182	125	11,4	185	8,203	7,20	52	86	0,303
UNO 140/202	140	12,7	206	10,315	8,38	46	75	0,308
UNO 160/250	160	14,6	257	13,437	14,17	12 m en barras	–	0,303
DUO 20 + 20/111	20	1,9	113	2 x 0,206	1,50	275	400	0,116
DUO 25 + 25/111	25	2,3	113	2 x 0,327	1,85	275	400	0,139
DUO 32 + 32/111	32	2,9	113	2 x 0,539	2,11	275	400	0,183
DUO 32 + 32/126 <sup>1)</sup>	32	2,9	128	2 x 0,539	2,50	195	305	0,157
DUO 40 + 40/126	40	3,7	128	2 x 0,835	2,75	195	305	0,211
DUO 40 + 40/142 <sup>1)</sup>	40	3,7	144	2 x 0,835	3,32	140	225	0,174
DUO 50 + 50/162	50	4,6	164	2 x 1,307	4,25	95	150	0,195
DUO 50 + 50/182 <sup>1)</sup>	50	4,6	185	2 x 1,307	4,90	52	86	0,166
DUO 63 + 63/182	63	5,8	185	2 x 2,075	5,45	52	86	0,238
DUO 63 + 63/202 <sup>1)</sup>	63	5,8	206	2 x 2,075	5,90	46	75	0,208

Donde las longitudes necesarias son (Tabla 8):

Tabla 8. Longitudes de tubería en función de su diámetro

TUBERÍA	LONGITUD (m)
UNO 160/250	84,4
UNO 125/182	340
UNO 110/162	648,6
UNO 90/162	358,6
UNO 75/162	828
UNO 63/126	157,4
UNO 50/111	654,2
UNO 40/91	641,6
UNO 32/91	105,6
UNO 25/91	378,8
<b>LONGITUD TOTAL</b>	<b>4.197,2 m</b>

## 2.7. Elementos especiales

Los elementos necesarios para el correcto funcionamiento de la red serán de la marca REHAU o similar, y serán los siguientes: uniones en T y L de los tubos UNO y llaves de corte enterradas.

- Uniones en T y L de los tubos UNO Rauthermex (Figura 9):

Se ubicarán 12 uniones en T a lo largo de todo el recorrido. Una frente a la Escuela de Caminos y que empalmará el tubo de salida de la sala de calderas con el ramal que va hacia las facultades de Caminos e Industriales y el ramal que va hacia las facultades de Ciencias y Derecho. Otra en la parte trasera del edificio de laboratorios de caminos que llevará el ramal del edificio de aulas y de Industriales y otra T ubicada frente al polideportivo en la Avenida Los Castros y que empalma el ramal que viene de Ciencias con los dos que van hacia las 3 Torres y Derecho.



*Figura 9. Uniones*

En cuanto a piezas en L, se emplearán 6. La primera para quebrar el recorrido e introducir la tubería en la sala de calderas del edificio de aulas de caminos, otra frente al IFCA, otra para conseguir el ángulo de 90º y llegar hasta las 3 Torres, dos más para llegar hasta el edificio de filología y dos más hasta la Facultad de Derecho y Económicas.

Las uniones en T y L serán dobles, por lo que realmente se necesitarán 22 piezas T y 12 piezas L. Este sistema permite la estanqueidad necesaria para evitar fugas y su instalación es muy sencilla mediante clips.

- Llaves de corte:

Serán instaladas 12 llaves de corte en total (igual al número de edificios a abastecer). Únicamente será necesaria su instalación en el circuito de impulsión por lo que no hace falta que sean dobles.

## 2.8. Intercambiadores de calor

Se sustituirán las calderas existentes por intercambiadores de placas. Con esto se reducen los riesgos de incendio en los edificios ya que se eliminan los combustibles necesarios para la generación de calor en calderas. Por otro lado, se evitan posibles vertidos de sustancias nocivas y los humos generados en la combustión dentro de los propios edificios. Se optará por intercambiadores de placas desmontables de la marca Lapesa o similar. En la Tabla a continuación (Tabla 9) se detalla el modelo seleccionado, el número y la potencia

*Tabla 9. Intercambiadores de calor seleccionados*

Edificio	Potencia instalada	Rendimiento	Intercambiador seleccionado	Nº de intercambiadores
<b>Ciencias</b>	1.395,4 kW	92%	LPID – 21	2 x 725kW
<b>Caminos (Aulas)</b>	700,0 kW	98%	LPID – 10	2 x 400kW
<b>Caminos (Laboratorios)</b>	976,8 kW	90%	LPID - 21 + LPID – 10	725kW + 400kW
<b>Ing. Teleco.</b>	480,0 kW	92%	LPID - 07	2 x 305kW
<b>ETS Industriales</b>	2.025,0 kW	92%	LPID - 23	2 x 1.155kW
<b>Derecho/Económicas</b>	1.860,4 kW	92%	LPID – 22	2 x 950kW
<b>Interfacultativo</b>	1058,0 kW	98%	LPID – 21	2 x 725kW
<b>Filología</b>	220,0 kW	92%	LPID – 02	2 x 120kW
<b>IFCA</b>	302,3 kW	80%	LPID – 04	2 x 195kW
<b>Polideportivo</b>	700,0 kW	98%	LPID – 10	2 x 400kW
<b>Pabellón de Gobierno</b>	332,0 kW	97,5%	LPID - 04	2 x 195kW

En la figura siguiente (Figura 10) se observan las especificaciones técnicas de los intercambiadores, hay que destacar que son sensiblemente menos voluminosos que las calderas anteriormente instaladas pudiendo utilizarse el espacio de sobra para otros usos como guardar utensilios de limpieza o similares.



INTERCAMBIADORES DE PLACAS DESMONTABLES		Ref.	Nº de placas	Caudal (l/h) 50°C	Potencia (kW) <sup>(3)</sup>	Pérdidas de carga m.c.a.	A x C x F mm	E(max) mm	B mm	D mm	H mm	G mm
Temperatura máx. de trabajo	110°C	LPID-00	5	1.000	48	< 3	204 x 490 x 13,25	290	86	381	-	1-1/4"
Presión máx. de trabajo	10 bar	LPID-01	7	1.300	60	< 3	204 x 490 x 18,55	290	86	381	-	1-1/4"
Aplicaciones	Líquido/Líquido	LPID-02	11	2.600	120	< 3	204 x 490 x 29,15	290	86	381	-	1-1/4"
Chasis	Acero carbono	LPID-03	13	3.200	148	< 3	204 x 490 x 34,45	290	86	381	-	1-1/4"
Placas	AISI 316	LPID-04	17	4.200	195	< 3	204 x 490 x 45,05	290	86	381	-	1-1/4"
Conexiones	AISI 316	LPID-05	21	5.200	240	< 3	204 x 490 x 55,65	290	86	381	-	1-1/4"
Juntas	EPDM	LPID-07	27	6.600	305	< 3	204 x 490 x 71,55	290	86	381	-	1-1/4"
Complemento	Aislamiento térmico Pie soporte <sup>(4)</sup>	LPID-10	37	8.600	400	< 3	204 x 490 x 98,05	290	86	381	-	1-1/4"
		LPID-12	45	10.000	465	< 3	204 x 490 x 119,25	290	86	381	-	1-1/4"
		LPID-21	23	15.700	725	< 3	312 x 963 x 80,5	960	140	690	185	2"
		LPID-22	29	20.500	950	< 3	312 x 963 x 101,5	960	140	690	185	2"
		LPID-23	35	25.000	1155	< 3	312 x 963 x 122,5	960	140	690	185	2"

(3) Potencia definida según: Primario 90/60°C y secundario 10/50°C.

(4) Para modelos LPID-00 a LPID-12.

Opcional: otras presiones, temperaturas o fluidos.  
Chasis y placas en AISI-304, 316 y titanio.

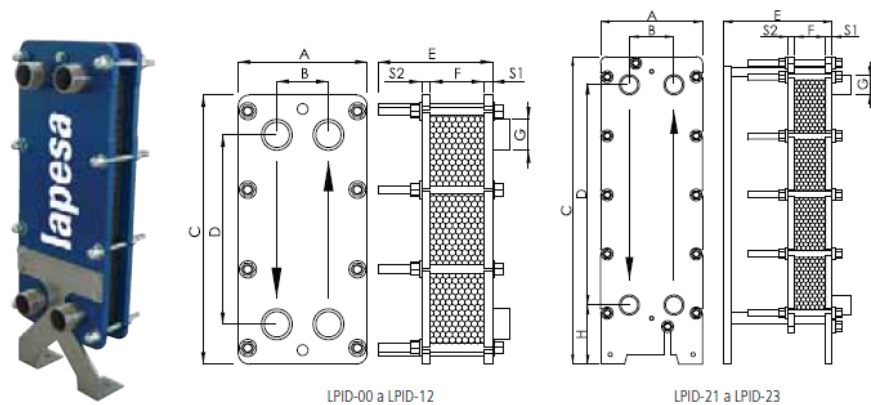


Figura 10. Modelos de intercambiadores y especificaciones técnicas

## 2.9. Excavación de la zanja

En el documento PLANOS del presente proyecto se detallan las medidas exactas que deberá tener la zanja, siguiendo siempre las medidas mínimas indicadas por el fabricante de tuberías. La sección tipo considerada será la que muestra a figura siguiente (Figura 11).

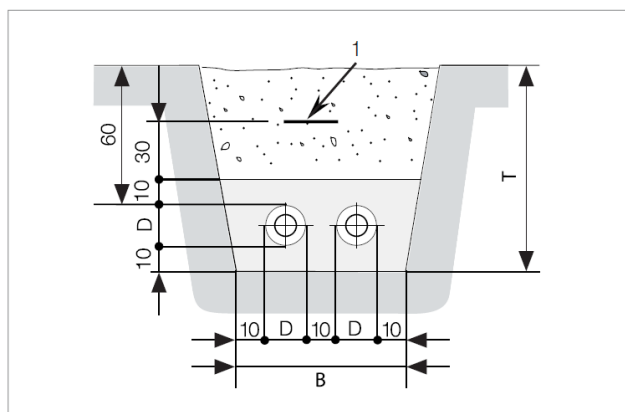


Fig. 7-14 Sección de la zanja 2 tubos (UNO o DUO)

1 Cinta señalizadora de trazado

B Anchura fondo de la zanja

D Diámetro del tubo

T Profundidad de la zanja

Figura 11. Sección tipo de la zanja

Los trabajos se realizarán siguiendo la secuencia:

- 1) Excavación por medios mecánicos: se retirará la capa superficial y el suelo correspondiente mediante retroexcavadora a lo largo del perfil longitudinal.
- 2) Colocación de los diámetros proyectados: desenrollando la bobina mediante dispositivos desbobinadores.
- 3) Colocación en las zonas necesarias los empalmes proyectados.
- 4) Relleno de la zanja con arena de grano 0/4 hasta 10cm por encima de la generatriz superior del tubo y compactar a mano o con medios mecánicos suaves por capas.
- 5) Colocar cinta señalizadora de trazado: Para facilitar la identificación durante posteriores trabajos de movimiento de tierras se colocará una cinta señalizadora de trazado a una distancia de 40cm por encima de los tubos. Deberá llevar el texto "Atención: Tubería de calefacción a distancia".
- 6) Restaurar la superficie: Seguir rellenando la zanja hasta enrasar y aplicar el pavimento original.

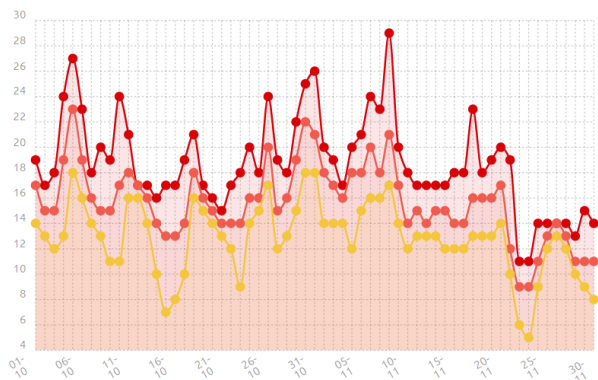
## ANEJO I. CLIMA

Se detallan las gráficas de temperaturas medias de Santander durante los últimos cursos (Figuras 1-16):

### Curso 2015-2016

Temperatura media (°C)

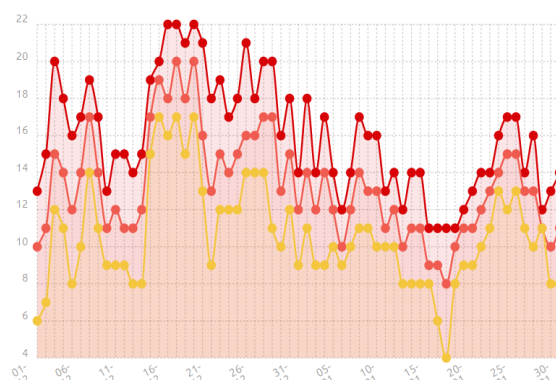
From 01 Oct 2015 to 30 Nov 2015



*Figura 1. Temperaturas octubre-noviembre 2015*

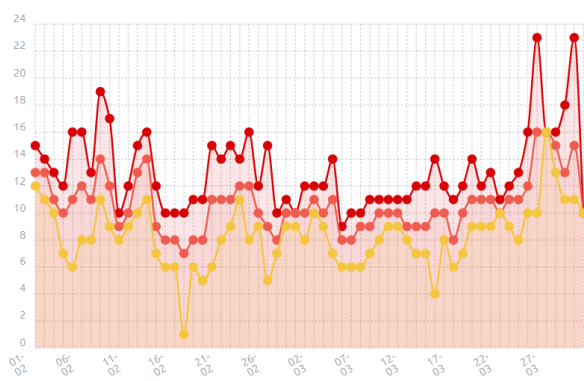
Temperatura media (°C)

From 01 Dec 2015 to 31 Jan 2016



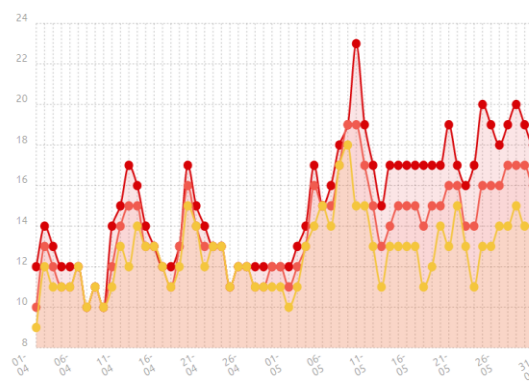
*Figura 2. Temperaturas diciembre 2015-enero 2016*

From 01 Feb 2016 to 31 Mar 2016



*Figura 3. Temperaturas febrero-marzo 2016*

From 01 Apr 2016 to 31 May 2016

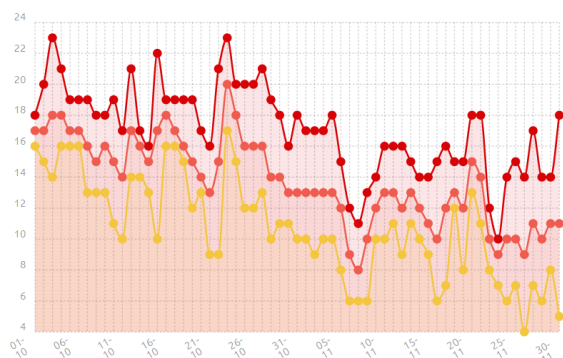


*Figura 4. Temperaturas abril-mayo 2016*

### Curso 2016-2017

Temperatura media (°C)

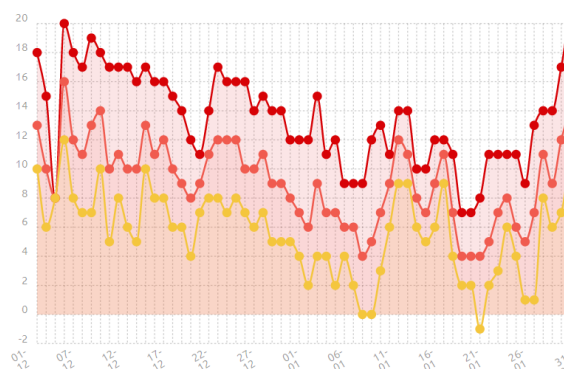
From 01 Oct 2016 to 30 Nov 2016



*Figura 5. Temperaturas octubre-noviembre 2016*

Temperatura media (°C)

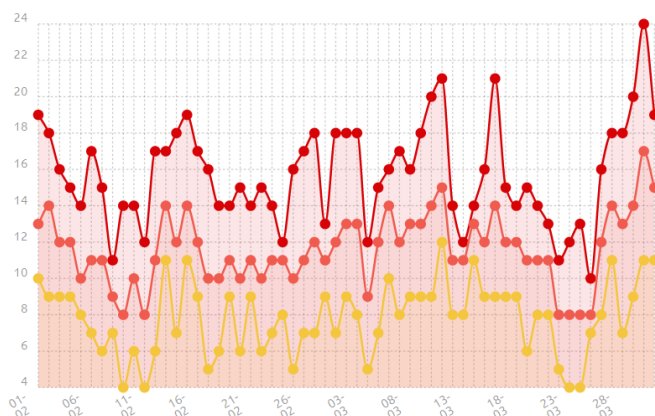
From 01 Dec 2016 to 31 Jan 2017



*Figura 6. Temperaturas diciembre 2016-enero 2017*

### Temperatura media (°C)

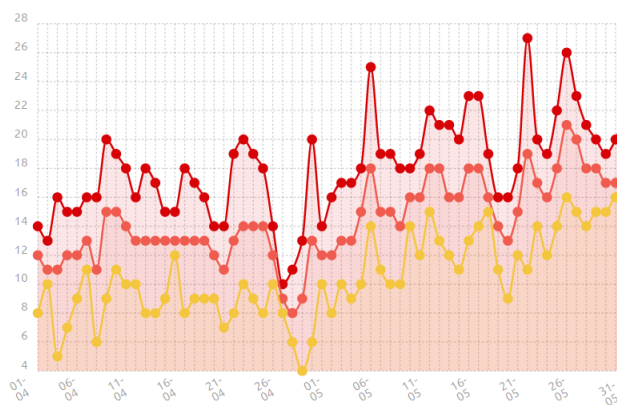
From 01 Feb 2017 to 31 Mar 2017



*Figura 7. Temperaturas febrero-marzo 2017*

### Temperatura media (°C)

From 01 Apr 2017 to 31 May 2017

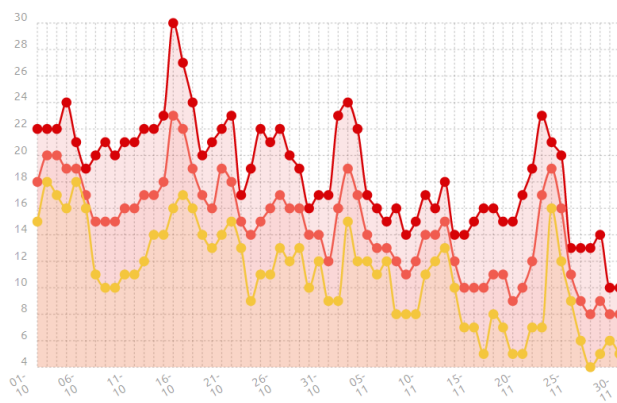


*Figura 8. Temperaturas abril-mayo 2017*

### Curso 2017-2018

#### Temperatura media (°C)

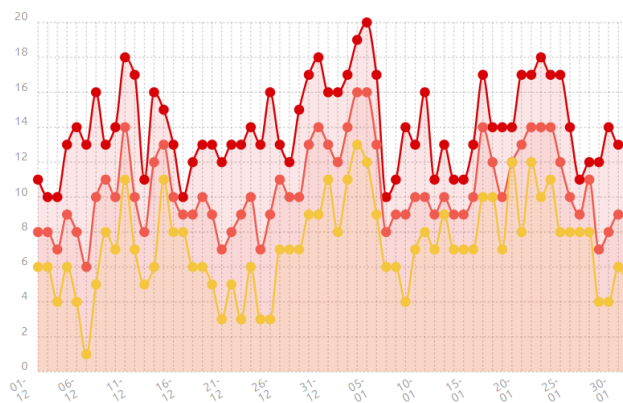
From 01 Oct 2017 to 30 Nov 2017



*Figura 9. Temperaturas octubre-noviembre 2017*

#### Temperatura media (°C)

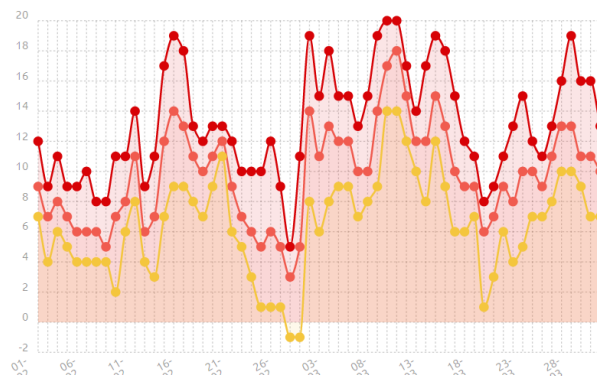
From 01 Dec 2017 to 31 Jan 2018



*Figura 10. Temperaturas diciembre 2017-enero 2018*

#### Temperatura media (°C)

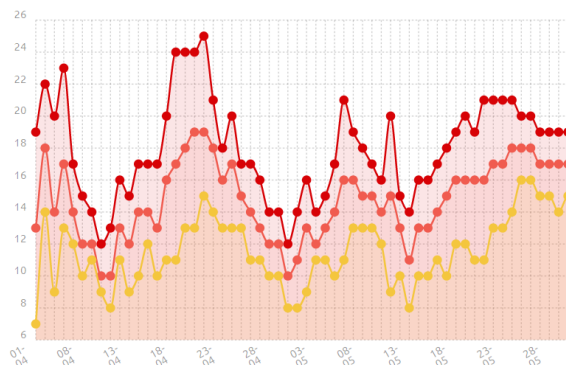
From 01 Feb 2018 to 31 Mar 2018



*Figura 11. Temperaturas febrero-marzo 2018*

#### Temperatura media (°C)

From 01 Apr 2018 to 31 May 2018



*Figura 12. Temperaturas abril-mayo 2018*



## Curso 2018-2019

### Temperatura media (°C)

From 01 Oct 2018 to 30 Nov 2018

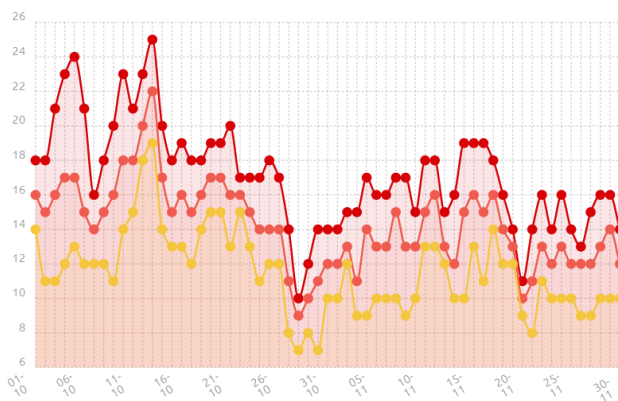


Figura 13. Temperaturas octubre-noviembre 2018

### Temperatura media (°C)

From 01 Dec 2018 to 31 Jan 2019

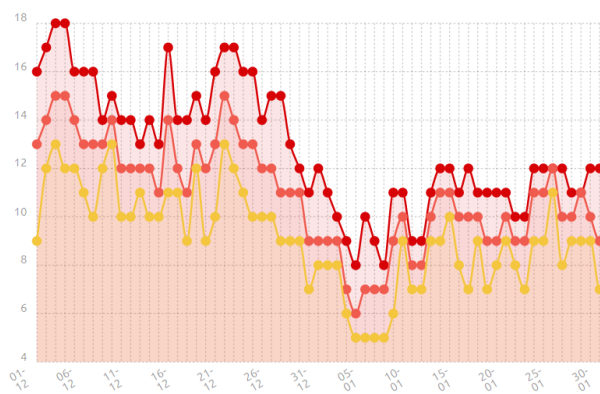


Figura 14. Temperaturas diciembre 2018-enero 2019

### Temperatura media (°C)

From 01 Feb 2019 to 31 Mar 2019

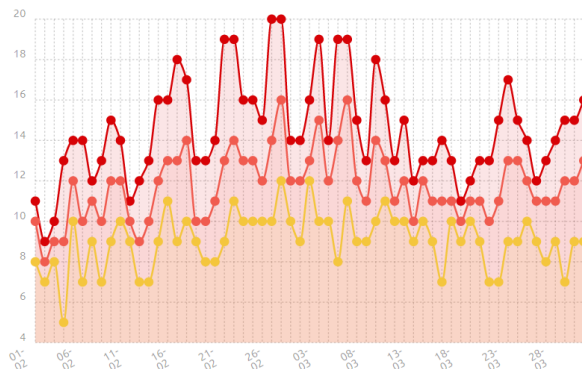


Figura 15. Temperaturas febrero-marzo 2019

### Temperatura media (°C)

From 01 Apr 2019 to 31 May 2019

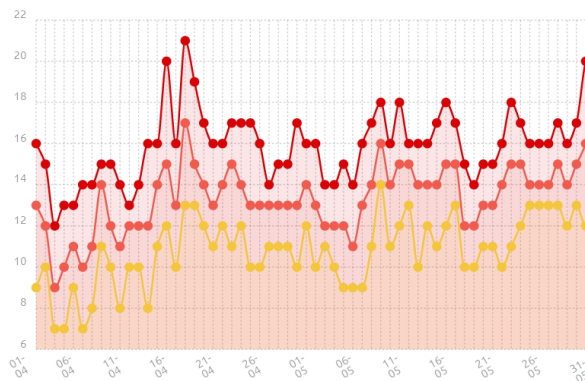


Figura 16. Temperaturas abril-mayo 2019

## ANEJO II. CÁLCULO DE LA RED

## Índice

1.	DEMANDA ENERGÉTICA .....	2
2.	CALDERA .....	6
3.	TUBERÍAS .....	6
3.1.	PÉRDIDAS DE CARGA EN TUBERÍAS Y DIÁMETROS .....	7
4.	BOMBA .....	10



## 1. DEMANDA ENERGÉTICA

Ante la falta de datos precisos, se estimará la demanda energética extrapolando los consumos energéticos conocidos de la E.T.S. de Caminos al resto de centros, calculando así el consumo en kWh/m<sup>2</sup>. Los datos aportados por el servicio de infraestructuras de la UC corresponden al año 2017 y son referidos a la E.T.S. de Caminos, diferenciando los dos edificios mensualmente.

Se calcularán las superficies de los edificios mediante la herramienta SIGPAC (Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas, <http://sigpac.mapa.gob.es/fega/visor/>). A continuación, se adjuntan las superficies calculadas y en la “Tabla 1” se estimará la demanda energética por metro cuadrado:

- Edificio de laboratorios de la E.T.S. de Caminos Canales y Puertos: **4.655m<sup>2</sup>**.
- Edificio de aulas de la E.T.S. de Caminos Canales y Puertos: **3.256m<sup>2</sup>**.

$$\text{Consumo} = \frac{\text{Consumo laboratorios} + \text{Consumo aulas}}{2} \text{ kWh/m}^2$$

*Tabla 1. Consumos E.T.S. Caminos y su consumo medio estimado por metro cuadrado*

	LABORATORIOS		AULAS		MEDIA	
MES	kWh	kWh/m <sup>2</sup>	kWh	kWh/m <sup>2</sup>	kWh	kWh/m <sup>2</sup>
ENERO	112.757	24,22	105.764	32,5	109.260	<b>28,36</b>
FEBRERO	62.698	13,47	70.193	21,56	66.445	<b>17,52</b>
MARZO	47.412	10,18	55.712	17,11	51.562	<b>13,65</b>
ABRIL	24.799	5,33	28.389	8,72	26.594	<b>7,00</b>
MAYO	4.521	0,97	7.630	2,34	6.075	<b>1,66</b>
JUNIO	155	0,03	239	0,07	197	<b>0,05</b>
JULIO	249	0,05	225	0,07	237	<b>0,06</b>
AGOSTO	369	0,08	262	0,08	315	<b>0,08</b>
SEPTIEMBRE	391	0,08	344	0,11	367	<b>0,10</b>
OCTUBRE	1.730	0,37	502	0,15	1.116	<b>0,26</b>
NOVIEMBRE	60.933	13,10	56.851	17,46	58.892	<b>15,28</b>
DICIEMBRE	74.833	16,10	65.747	20,20	70.290	<b>18,15</b>
TOTAL	390.847	83,97	391.857	120,35	391.352	<b>102,15</b>

En la “tabla 2” se adjuntan el número de horas al día que está previsto utilizar la calefacción, así como las horas mensuales y su total anual.

*Tabla 2. Estimación de horas de funcionamiento anuales*

MES	HORAS/DÍA	HORAS/MES
ENERO	9	279
FEBRERO	7	196
MARZO	6	186
ABRIL	4	120
MAYO	3	93
JUNIO	2	60
JULIO	2	62
AGOSTO	2	62
SEPTIEMBRE	2	60
OCTUBRE	6	186
NOVIEMBRE	8	240
DICIEMBRE	9	279
<b>TOTAL DE HORAS AL AÑO EN UN EDIFICIO</b>		<b>1.823</b>

En todos los edificios se utilizará la calefacción las mismas horas ya que sus horarios de uso son iguales.

A continuación (Tabla 3), se calcula la demanda mensual por edificio para determinar el mes de máxima demanda y calcular así la potencia necesaria del equipo a instalar. Todos los consumos están expresados en kWh.

*Tabla 3. Estimación consumos mensuales por edificios*

MES	Ciencias	IFCA	Ing. Teleco	3 Torres	E.T.S.I. Industriales	Derecho y Económicas	Inter.	Filología	Polideportivo	Pab. Gobierno
ENERO	169.309	21.270	133.292	31.480	90.752	211.282	169.026	28.360	32.614	62.392
FEBRERO	104.594	13.140	82.344	19.447	56.064	130.524	104.419	17.520	20.148	38.544
MARZO	81.490	10.238	64.155	15.152	43.680	101.693	81.354	13.650	16.698	30.030
ABRIL	41.790	5.250	32.900	7.770	22.400	52.150	41.720	7.000	5.050	15.400
MAYO	9.910	1.245	7.802	1.843	5.312	12.367	9.894	1.660	1.909	3.652
JUNIO	299	38	235	55	160	373	298	50	58	110
JULIO	358	45	282	67	192	447	358	60	69	132
AGOSTO	478	60	376	89	256	596	477	80	92	176
SEPTIEMBRE	597	75	470	111	320	745	596	100	115	220
OCTUBRE	1.552	195	1.222	289	832	1.937	1.550	260	299	572
NOVIEMBRE	91.222	11.460	71.816	16.960	48.896	113.836	91.069	15.280	17.572	33.616
DICIEMBRE	108.356	13.613	85.305	20.147	58.080	135.218	108.174	18.150	20.872	39.930

Se estima la demanda energética mensual total del campus que se refleja en la Tabla 4:

*Tabla 4. Demanda energética mensual del campus de Las Llamas*

MES	DEMANDA (kWh)
ENERO	1.168.298
FEBRERO	719.635
MARZO	557.114
ABRIL	284.618
MAYO	67.745
JUNIO	2.070
JULIO	2.430
AGOSTO	3.257
SEPTIEMBRE	4.084
OCTUBRE	10.940
NOVIEMBRE	629.511

<b>DICIEMBRE</b>	748.425
------------------	---------

Como se citó anteriormente, con la herramienta SigPac se definen las superficies de cada uno de los edificios que incluyen el campus. Se detallan a continuación (Tabla 5) superficies y consumos anuales de cada uno de ellos.

*Tabla 5. Superficie de los edificios y consumos anuales estimados*

Edificio	Superficie (m <sup>2</sup> )	Consumo anual (kWh)
Facultad de Ciencias	5.970	609.955
Instituto de Física de Cantabria	750	76.629
Edificio Ingenieros de Telecomunicaciones	4.700	480.199
3 Torres	1.110	113.410
E.T.S.I. Industriales	3.200	326.944
Facultad de Derecho y Económicas	7.450	761.168
Edificio Interfacultativo	5.960	608.935
Edificio Filología	1.000	102.170
Polideportivo	1.150*	115.496
Pabellón de Gobierno	2.200	224.774
<b>CONSUMO TOTAL ANUAL</b>		<b>3.419,68 MWh</b>

Con todos los datos anteriores se procede al cálculo de la potencia.

El mes de mayor consumo energético es enero con 1.168.298 kWh. Si se tiene en cuenta que en este mes hay una media de 25 días laborables:

$$Energía_{enero} = \frac{1.168.298}{25} = 46.731,9 \text{ kWh en un día}$$

Considerando que la calefacción se utilizará de 8 a 18, lo que supondría 10 horas en un día:

$$\text{La Potencia total será: } Q = \frac{\text{Energía en un día de enero}}{\text{Número de horas}} = \frac{46.731,9 \text{ kWh}}{10 \text{ h}} = 4.673,2 \text{ kW}$$

Durante el transporte de agua caliente desde la generación de calor hasta los destinos habrá unas pérdidas térmicas que se considerarán del 5% (basado en otros proyectos similares). Por ello sobredimensionaremos la potencia de la caldera en un 5%:

$$Q = 4.673,2kW \times 1,05 = 4.906kW$$

## 2. CALDERA

Con la potencia necesaria calculada, se seleccionarán 2 calderas que cubran el 60% de dicha potencia. Esto se debe a que, en caso de fallo en el peor día del año, la instalación pueda funcionar al 60% de su capacidad.

Se seleccionarán dos calderas Viessmann Vitomax 200LW de 2,9MW cada una. Este tipo de caldera trabaja con una temperatura de impulsión máxima de 110°C y una presión admisible de 6 bares.

## 3. TUBERÍAS

Una vez conocida la potencia instalada, se calcula el diámetro que ha de tener la tubería utilizada para abastecer de agua caliente los edificios del campus. La temperatura de impulsión será de 80°C y la de retorno de 50°C, por lo que el salto térmico será de 30°C.

El caudal necesario (Q) viene determinado por la siguiente expresión:

$$Q = \frac{\text{Potencia instalada}}{\text{Salto térmico}} = \frac{4.987.102,392 \text{ KCal/h}}{30^{\circ}\text{C}} = 166.236,7 \frac{l}{h} = 0,046m^3/s$$

La sección de tubo necesaria viene dada por la ecuación:

$$S = \frac{Q}{V} = \frac{0,046}{3,5} \times 10^6 = 13.193,4mm^2$$

Velocidad: Según el punto 4.2.1 del DB HS-4 la velocidad del agua en acero será entre 1 y 2 m/s para evitar sedimentaciones y ruido y para tuberías termoplásticas entre 0,5 y 3,5 m/s.

Por último, el diámetro de tubería necesario será:

$$\varnothing = \sqrt{\frac{4 \times S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 13.193,4}{\pi}} = 129,6 \text{ mm}$$

El diámetro normalizado que cumple dichos parámetros es la tubería con Ø 160mm. Este diámetro es exterior, tienen un diámetro interior de 130,8mm, que cumple perfectamente las necesidades de la red calculada.

Con este diámetro será necesario recalcular la velocidad que alcanza el agua en su interior para comprobar que no sobrepasa los 3,5m/s recomendados por el DB HS-4.

$$S = \frac{Q}{V} \Rightarrow V = \frac{Q}{S} = \frac{0,046 \text{ m}^3/\text{s}}{13437,1 \times 10^{-6} \text{ m}^2} = 3,42 \text{ m/s}$$

Por lo tanto, cumple las condiciones para evitar ruido y sedimentaciones.

La tubería de salida seleccionada es el modelo RAUTHERMEX SDR 11 UNO 160/250 de la marca REHAU o similar. También de esta marca serán los diferentes accesorios necesarios para la unión, acodalamiento y bifurcación de las tuberías hasta llevarlas a su destino.

### 3.1. PÉRDIDAS DE CARGA EN TUBERÍAS Y DIÁMETROS

Para calcular las pérdidas de carga por fricción en las tuberías se utilizarán la fórmula de Colebrook-White:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log\left(\frac{\varepsilon}{3,7D} + \frac{2,51}{Re\sqrt{f}}\right)$$

Donde:

- f: Pérdida de carga por fricción
- $\varepsilon$ : Rugosidad de la tubería = 0,007 (Según fabricante)
- D: Diámetro interior de la tubería
- Re: Número de Reynolds  $Re = (\rho \cdot v \cdot D) / \mu$
- $\rho$ : Densidad del fluido (1.000 kg/m<sup>3</sup>)
- V: Velocidad del fluido (m/s)
- D: Diámetro interior de la tubería (m)
- $\mu$ : Viscosidad dinámica del fluido (0,000315 kg/(m·s) a 90°C)

El cálculo de la pendiente hidráulica o pérdidas unitarias se calculará con la fórmula de Darcy – Weisbach:

$$hf = \frac{8 \cdot f \cdot L}{\pi^2 \cdot g \cdot D^5} \cdot Q^2$$

Donde:

- hf: pendiente hidráulica (m.c.a.)
- L: Longitud del tramo de tubería (m)
- Q: Caudal del tramo de tubería (m<sup>3</sup>/s)
- g: Aceleración de la gravedad (9,8 m/s<sup>2</sup>)
- D: Diámetro interior del tramo de tubería (m)

En la “figura 1” se detalla la red del campus asignando una letra a cada nudo o cada lugar característico de la red. En la tabla 6 se adjuntan datos de cada tramo como longitud, caudal, diámetro, velocidad, número de Reynolds y pérdidas de carga calculadas con las fórmulas anteriormente citadas de Colebrook – White y Darcy – Weisbach.

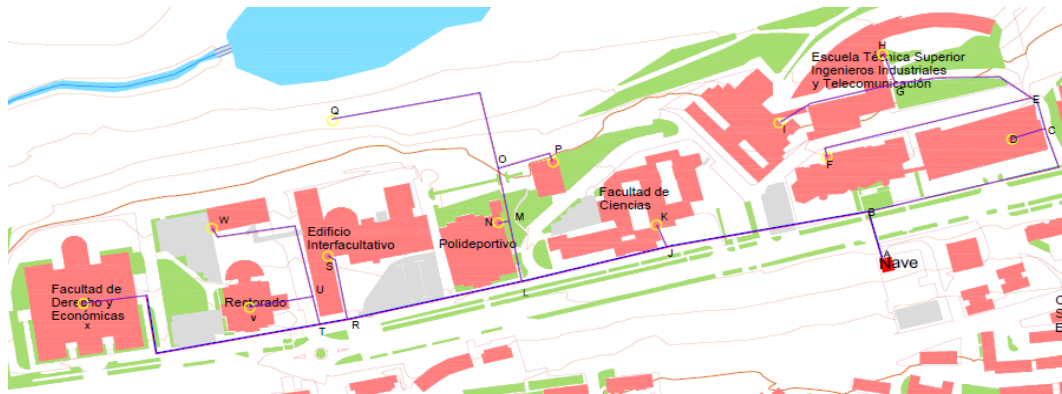


Figura 1. Red en el Campus

Tabla 6. Tramos, caudales, diámetros y pérdidas de carga asociadas

TRAMO	LONGITUD (m)	CAUDAL (m³/s)	DIÁMETRO (mm)	VELOCIDAD (m/s)	Re	f	hf (m.c.a.)
A - B	42,2	0,0046	160/250	3,42	$1,4 \cdot 10^6$	0,0123	2,38
B - C	200,1	0,018	110/162	2,83	$8,08 \cdot 10^5$	0,0134	12,17
C - D	29,6	0,004	50/111	3,14	$4,06 \cdot 10^5$	0,0155	5,64
C - E	30,6	0,0139	90/162	3,27	$7,64 \cdot 10^5$	0,0137	3,5
E - F	184,6	0,0032	50/111	2,45	$3,17 \cdot 10^5$	0,0159	22,09
E - G	119,4	0,0107	75/162	3,61	$7,04 \cdot 10^5$	0,0141	18,3
G - H	27,7	0,0087	75/162	2,94	$5,73 \cdot 10^5$	0,0144	2,86
G - I	102	0,002	40/91	2,4	$2,48 \cdot 10^5$	0,0167	15,3
B - J	170	0,028	125/162	3,41	$1,1 \cdot 10^6$	0,0128	12,75
J - K	22,5	0,006	63/126	2,89	$4,72 \cdot 10^5$	0,0115	2,78
J - L	124,2	0,022	110/162	3,46	$9,88 \cdot 10^6$	0,0131	11,03
L - M	56,2	0,0067	63/126	3,23	$5,27 \cdot 10^5$	0,0147	8,55
M - N	5	0,0032	50/111	2,45	$3,17 \cdot 10^5$	0,0159	0,6

<b>M - O</b>	46,3	0,0035	50/111	2,68	$3,47 \cdot 10^5$	0,0158	6,56
<b>O - P</b>	53,1	0,0011	25/91	3,36	$2,18 \cdot 10^5$	0,0178	26,77
<b>O - Q</b>	192,5	0,0024	40/91	2,87	$2,97 \cdot 10^5$	0,0160	40,96
<b>L - R</b>	148,7	0,0144	90/162	3,38	$7,9 \cdot 10^5$	0,0137	16,21
<b>R - S</b>	61,6	0,004	50/111	3,06	$3,96 \cdot 10^5$	0,0156	11,24
<b>R - T</b>	23,3	0,0104	75/162	3,51	$6,84 \cdot 10^5$	0,0141	3,37
<b>T - U</b>	26,3	0,0024	40/91	2,88	$2,98 \cdot 10^5$	0,0160	5,59
<b>U - V</b>	52,8	0,0015	32/91	2,78	$2,31 \cdot 10^5$	0,0173	13,76
<b>U - W</b>	136,3	0,0009	25/91	2,75	$1,78 \cdot 10^5$	0,0183	47,3
<b>T - X</b>	243,6	0,008	75/162	2,7	$5,27 \cdot 10^5$	0,0145	21,5

En la tabla 7 se representa un resumen del modelo de tubería y la longitud necesaria. La referencia consta de dos números separados por una barra / el primer número indica el diámetro exterior de la tubería en mm y el segundo, el diámetro externo del tubo completo con el aislante térmico en mm.

*Tabla 7. Modelos de tubería y sus longitudes*

<b>TUBERÍA</b>	<b>LONGITUD (m)</b>
UNO 160/250	84,4
UNO 125/182	340,0
UNO 110/162	648,6
UNO 90/162	358,6
UNO 75/162	828,0
UNO 63/126	157,4
UNO 50/111	654,2
UNO 40/91	641,6
UNO 32/91	105,6
UNO 25/91	378,8
<b>LONGITUD TOTAL</b>	<b>4.197,2 m</b>



## 4. BOMBA

Una vez determinado el camino crítico para las pérdidas de carga, que serán  $H = 98,63$  m y con el caudal de la instalación que es  $Q = 166,236$  m<sup>3</sup>/h se procederá a la selección de la bomba.

En el catálogo de la marca Wilo hay diferentes modelos, pero se seleccionará el modelo CronoNorm NLG (Curva característica en “Figura 2”) ya que se ajusta a las necesidades de la red. Se instalarán dos bombas idénticas en paralelo para asegurar la circulación en caso de avería o mantenimiento.

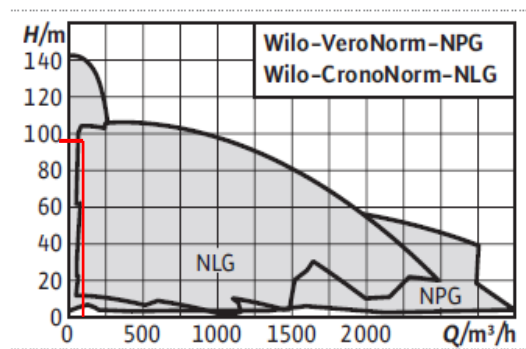


Figura 2. Gráfica de la bomba seleccionada

## ANEJO III. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA

## ÍNDICE

<b>1.- DATOS DE OBRA</b>	<b>2</b>
<b>1.1.- Normas consideradas</b>	<b>2</b>
<b>1.2.- Estados límite</b>	<b>2</b>
1.2.1.- Situaciones de proyecto	2
<b>1.3.- Resistencia al fuego</b>	<b>4</b>
<b>2.- ESTRUCTURA</b>	<b>4</b>
<b>2.1.- Geometría</b>	<b>4</b>
2.1.1.- Nudos	4
2.1.2.- Barras	5
<b>2.2.- Uniones</b>	<b>11</b>
2.2.1.- Especificaciones	11
2.2.2.- Referencias y simbología	13
2.2.3.- Comprobaciones en placas de anclaje	14
2.2.4.- Relación	15
2.2.5.- Memoria de cálculo	16
2.2.6.- Medición	46
<b>3.- CIMENTACIÓN</b>	<b>47</b>
<b>3.1.- Elementos de cimentación aislados</b>	<b>47</b>
3.1.1.- Descripción	47
3.1.2.- Medición	47
3.1.3.- Comprobación	48
<b>3.2.- Vigas</b>	<b>80</b>
3.2.1.- Descripción	80
3.2.2.- Medición	81
3.2.3.- Comprobación	82

## 1.- DATOS DE OBRA

### 1.1.- Normas consideradas

Cimentación: EHE-08

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

**Categoría de uso:** G2. Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento

### 1.2.- Estados límite

E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	CTE
E.L.U. de rotura. Acero laminado	Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno Desplazamientos	Acciones características

#### 1.2.1.- Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- **Con coeficientes de combinación**

- **Sin coeficientes de combinación**

- Donde:

$G_k$  Acción permanente

$Q_k$  Acción variable

$g_G$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$g_{Q,1}$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$g_{Q,i}$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\gamma_{p,1}$  Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\gamma_{a,i}$  Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

**E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones: EHE-08 / CTE DB-SE C**

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación ( $\gamma$ )	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\gamma_p$ )	Acompañamiento ( $\gamma_a$ )
Carga permanente (G)	1.000	1.600	-	-

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y <sub>p</sub> )	Acompañamiento (y <sub>a</sub> )
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.600	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.600	1.000	0.500

### E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y <sub>p</sub> )	Acompañamiento (y <sub>a</sub> )
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.500	1.000	0.600
Nieve (Q)	0.000	1.500	1.000	0.500

Accidental de incendio				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y <sub>p</sub> )	Acompañamiento (y <sub>a</sub> )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.000	0.000
Viento (Q)	0.000	1.000	0.500	0.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	0.200	0.000

### Tensiones sobre el terreno

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y <sub>p</sub> )	Acompañamiento (y <sub>a</sub> )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

### Desplazamientos

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y <sub>p</sub> )	Acompañamiento (y <sub>a</sub> )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000
Viento (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

Característica				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (γ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (γ <sub>p</sub> )	Acompañamiento (γ <sub>a</sub> )
Nieve (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

### 1.3.- Resistencia al fuego

#### Perfiles de acero

Norma: CTE DB SI. Anejo D: Resistencia al fuego de los elementos de acero.

Resistencia requerida: R 90

Revestimiento de protección: Pintura intumescente

Densidad: 0.0 kg/m<sup>3</sup>

Conductividad: 0.01 W/(m·K)

Calor específico: 0.00 cal/kg·°C

El espesor mínimo necesario de revestimiento para cada barra se indica en la tabla de comprobación de resistencia.

## 2.- ESTRUCTURA

### 2.1.- Geometría

#### 2.1.1.- Nudos

Referencias:

D<sub>x</sub>, D<sub>y</sub>, D<sub>z</sub>: Desplazamientos prescritos en ejes globales.

q<sub>x</sub>, q<sub>y</sub>, q<sub>z</sub>: Giros prescritos en ejes globales.

Cada grado de libertad se marca con 'X' si está coaccionado y, en caso contrario, con '-'.  
-

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	D <sub>x</sub>	D <sub>y</sub>	D <sub>z</sub>	q <sub>x</sub>	q <sub>y</sub>	q <sub>z</sub>	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N2	0.000	0.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N3	0.000	10.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N4	0.000	10.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N5	0.000	5.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N6	3.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N7	3.000	0.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N8	3.000	10.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N9	3.000	10.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N10	3.000	5.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado

Nudos										
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior						Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	D <sub>x</sub>	D <sub>y</sub>	D <sub>z</sub>	q <sub>x</sub>	q <sub>y</sub>	q <sub>z</sub>	
N11	6.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N12	6.000	0.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N13	6.000	10.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N14	6.000	10.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N15	6.000	5.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N16	9.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N17	9.000	0.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N18	9.000	10.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N19	9.000	10.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N20	9.000	5.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N21	12.000	0.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N22	12.000	0.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N23	12.000	10.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N24	12.000	10.000	5.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N25	12.000	5.000	6.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N26	12.000	3.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N27	12.000	3.000	5.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N28	12.000	7.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N29	12.000	7.000	5.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N30	0.000	7.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N31	0.000	7.000	5.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N32	0.000	3.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N33	0.000	3.000	5.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N34	12.000	0.000	3.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N35	12.000	3.000	3.000	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N36	3.000	3.000	5.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N37	9.000	3.000	5.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N38	9.000	7.000	5.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N39	3.000	7.000	5.600	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N40	12.000	5.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado
N41	0.000	5.000	0.000	X	X	X	X	X	X	Empotrado

## 2.1.2.- Barras

### 2.1.2.1.- Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (kp/cm <sup>2</sup> )	n	G (kp/cm <sup>2</sup> )	f <sub>y</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	a <sub>t</sub> (m/m°C)	g (t/m <sup>3</sup> )
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	2140672.8	0.300	825688.1	2803.3	0.000012	7.850

Materiales utilizados							
Material		E (kp/cm²)	n	G (kp/cm²)	f <sub>y</sub> (kp/cm²)	a <sub>t</sub> (m/m°C)	g (t/m³)
Tipo	Designación						
Notación: E: Módulo de elasticidad n: Módulo de Poisson G: Módulo de cortadura f <sub>y</sub> : Límite elástico a <sub>t</sub> : Coeficiente de dilatación g: Peso específico							

### 2.1.2.2.- Descripción

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			b <sub>xy</sub>	b <sub>xz</sub>	Lb <sub>sup.</sub> (m)	Lb <sub>inf.</sub> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
Acero laminado	S275	N1/N2	N1/N2	IPE 220 (IPE)	-	4.909	0.091	0.00	0.62	-	-
		N3/N4	N3/N4	IPE 220 (IPE)	-	4.909	0.091	0.00	0.62	-	-
		N2/N33	N2/N5	IPE 220 (IPE)	0.113	2.946	-	0.27	1.94	-	4.200
		N33/N5	N2/N5	IPE 220 (IPE)	-	1.983	0.057	0.27	2.91	-	4.200
		N4/N31	N4/N5	IPE 220 (IPE)	0.113	2.946	-	0.27	1.94	-	4.200
		N31/N5	N4/N5	IPE 220 (IPE)	-	1.983	0.057	0.27	2.91	-	4.200
		N6/N7	N6/N7	IPE 220 (IPE)	-	4.909	0.091	0.00	0.62	-	-
		N8/N9	N8/N9	IPE 220 (IPE)	-	4.909	0.091	0.00	0.62	-	-
		N7/N36	N7/N10	IPE 220 (IPE)	0.113	2.946	-	0.27	1.94	-	4.200
		N36/N10	N7/N10	IPE 220 (IPE)	-	2.040	-	0.27	2.91	-	4.200
		N9/N39	N9/N10	IPE 220 (IPE)	0.113	2.946	-	0.27	1.94	-	4.200
		N39/N10	N9/N10	IPE 220 (IPE)	-	2.040	-	0.27	2.91	-	4.200
		N11/N12	N11/N12	IPE 220 (IPE)	-	4.909	0.091	0.00	0.62	-	-
		N13/N14	N13/N14	IPE 220 (IPE)	-	4.909	0.091	0.00	0.62	-	-
		N12/N15	N12/N15	IPE 220 (IPE)	0.113	4.986	-	0.27	1.16	-	4.200
		N14/N15	N14/N15	IPE 220 (IPE)	0.113	4.986	-	0.27	1.16	-	4.200
		N16/N17	N16/N17	IPE 220 (IPE)	-	4.909	0.091	0.00	0.62	-	-
		N18/N19	N18/N19	IPE 220 (IPE)	-	4.909	0.091	0.00	0.62	-	-
		N17/N37	N17/N20	IPE 220 (IPE)	0.113	2.946	-	0.27	1.94	-	4.200
		N37/N20	N17/N20	IPE 220 (IPE)	-	2.040	-	0.27	2.91	-	4.200
		N19/N38	N19/N20	IPE 220 (IPE)	0.113	2.946	-	0.27	1.94	-	4.200
		N38/N20	N19/N20	IPE 220 (IPE)	-	2.040	-	0.27	2.91	-	4.200
		N21/N34	N21/N22	IPE 220 (IPE)	-	3.000	-	0.00	1.04	-	-
		N34/N22	N21/N22	IPE 220 (IPE)	-	1.909	0.091	0.00	1.56	-	-
		N23/N24	N23/N24	IPE 220 (IPE)	-	4.909	0.091	0.00	0.62	-	-
		N22/N27	N22/N25	IPE 220 (IPE)	0.113	2.946	-	0.27	1.94	-	4.200
		N27/N25	N22/N25	IPE 220 (IPE)	-	1.983	0.057	0.27	2.91	-	4.200
		N24/N29	N24/N25	IPE 220 (IPE)	0.113	2.946	-	0.27	1.94	-	4.200
		N29/N25	N24/N25	IPE 220 (IPE)	-	1.983	0.057	0.27	2.91	-	4.200
		N26/N35	N26/N27	IPE 180 (IPE)	-	3.000	-	0.00	1.31	-	-
		N35/N27	N26/N27	IPE 180 (IPE)	-	2.487	0.113	0.00	1.51	-	-



Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			b <sub>xy</sub>	b <sub>xz</sub>	Lb <sub>Sup.</sub> (m)	Lb <sub>Inf.</sub> (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N28/N29	N28/N29	IPE 180 (IPE)	-	5.487	0.113	0.00	0.70	-	-
		N30/N31	N30/N31	IPE 180 (IPE)	-	5.487	0.113	0.00	0.70	-	-
		N32/N33	N32/N33	IPE 180 (IPE)	-	5.487	0.113	0.00	0.70	-	-
		N7/N12	N7/N12	IPE 80 (IPE)	-	3.000	-	0.00	0.00	-	-
		N12/N17	N12/N17	IPE 80 (IPE)	-	3.000	-	0.00	0.00	-	-
		N17/N22	N17/N22	IPE 80 (IPE)	-	3.000	-	0.00	0.00	-	-
		N2/N7	N2/N7	IPE 80 (IPE)	-	3.000	-	0.00	0.00	-	-
		N10/N15	N10/N15	IPE 80 (IPE)	-	3.000	-	0.00	0.00	-	-
		N15/N20	N15/N20	IPE 80 (IPE)	-	3.000	-	0.00	0.00	-	-
		N20/N25	N20/N25	IPE 80 (IPE)	-	2.890	0.110	0.00	0.00	-	-
		N5/N10	N5/N10	IPE 80 (IPE)	0.110	2.890	-	0.00	0.00	-	-
		N9/N14	N9/N14	IPE 80 (IPE)	-	3.000	-	0.00	0.00	-	-
		N14/N19	N14/N19	IPE 80 (IPE)	-	3.000	-	0.00	0.00	-	-
		N19/N24	N19/N24	IPE 80 (IPE)	-	3.000	-	0.00	0.00	-	-
		N4/N9	N4/N9	IPE 80 (IPE)	-	3.000	-	0.00	0.00	-	-
		N34/N35	N34/N35	IPE 160 (IPE)	0.110	2.890	-	1.00	1.00	3.000	-
		N33/N36	N33/N36	IPE 160 (IPE)	0.090	2.910	-	1.00	1.00	-	-
		N37/N27	N37/N27	IPE 160 (IPE)	-	2.910	0.090	1.00	1.00	-	-
		N38/N29	N38/N29	IPE 160 (IPE)	-	2.910	0.090	1.00	1.00	-	-
		N31/N39	N31/N39	IPE 160 (IPE)	0.090	2.910	-	1.00	1.00	-	-
		N21/N17	N21/N17	Ø10 (Redondos)	-	5.831	-	0.00	0.00	-	-
		N17/N27	N17/N27	Ø10 (Redondos)	-	4.285	-	0.00	0.00	-	-
		N27/N20	N27/N20	Ø10 (Redondos)	-	3.628	-	0.00	0.00	-	-
		N29/N20	N29/N20	Ø10 (Redondos)	-	3.628	-	0.00	0.00	-	-
		N24/N38	N24/N38	Ø10 (Redondos)	-	4.285	-	0.00	0.00	-	-
		N18/N24	N18/N24	Ø10 (Redondos)	-	5.831	-	0.00	0.00	-	-
		N23/N19	N23/N19	Ø10 (Redondos)	-	5.831	-	0.00	0.00	-	-
		N19/N29	N19/N29	Ø10 (Redondos)	-	4.285	-	0.00	0.00	-	-
		N38/N25	N38/N25	Ø10 (Redondos)	-	3.628	-	0.00	0.00	-	-
		N16/N22	N16/N22	Ø10 (Redondos)	-	5.831	-	0.00	0.00	-	-
		N6/N2	N6/N2	Ø10 (Redondos)	-	5.831	-	0.00	0.00	-	-
		N1/N7	N1/N7	Ø10 (Redondos)	-	5.831	-	0.00	0.00	-	-
		N22/N37	N22/N37	Ø10 (Redondos)	-	4.285	-	0.00	0.00	-	-

Descripción											
Material		Barra (Ni/Nf)	Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)			$b_{xy}$	$b_{xz}$	$Lb_{Sup.}$ (m)	$Lb_{Inf.}$ (m)
Tipo	Designación				Indeformable origen	Deformable	Indeformable extremo				
		N37/N25	N37/N25	Ø10 (Redondos)	-	3.628	-	0.00	0.00	-	-
		N33/N10	N33/N10	Ø10 (Redondos)	-	3.628	-	0.00	0.00	-	-
		N7/N33	N7/N33	Ø10 (Redondos)	-	4.285	-	0.00	0.00	-	-
		N2/N36	N2/N36	Ø10 (Redondos)	-	4.285	-	0.00	0.00	-	-
		N36/N5	N36/N5	Ø10 (Redondos)	-	3.628	-	0.00	0.00	-	-
		N4/N39	N4/N39	Ø10 (Redondos)	-	4.285	-	0.00	0.00	-	-
		N39/N5	N39/N5	Ø10 (Redondos)	-	3.628	-	0.00	0.00	-	-
		N31/N10	N31/N10	Ø10 (Redondos)	-	3.628	-	0.00	0.00	-	-
		N9/N31	N9/N31	Ø10 (Redondos)	-	4.285	-	0.00	0.00	-	-
		N8/N4	N8/N4	Ø10 (Redondos)	-	5.831	-	0.00	0.00	-	-
		N3/N9	N3/N9	Ø10 (Redondos)	-	5.831	-	0.00	0.00	-	-
		N40/N25	N40/N25	IPE 220 (IPE)	-	5.876	0.124	0.00	0.70	-	-
		N41/N5	N41/N5	IPE 220 (IPE)	-	5.876	0.124	0.00	0.70	-	-

**Notación:**  
*Ni:* Nudo inicial  
*Nf:* Nudo final  
*b<sub>xy</sub>:* Coeficiente de pandeo en el plano 'XY'  
*b<sub>xz</sub>:* Coeficiente de pandeo en el plano 'XZ'  
*Lb<sub>sup.</sub>:* Separación entre arriostramientos del ala superior  
*Lb<sub>inf.</sub>:* Separación entre arriostramientos del ala inferior

### 2.1.2.3.- Características mecánicas

Tipos de pieza	
Ref.	Piezas
1	N1/N2, N3/N4, N2/N5, N4/N5, N6/N7, N8/N9, N7/N10, N9/N10, N11/N12, N13/N14, N12/N15, N14/N15, N16/N17, N18/N19, N17/N20, N19/N20, N21/N22, N23/N24, N22/N25, N24/N25, N40/N25 y N41/N5
2	N26/N27, N28/N29, N30/N31 y N32/N33
3	N7/N12, N12/N17, N17/N22, N2/N7, N10/N15, N15/N20, N20/N25, N5/N10, N9/N14, N14/N19, N19/N24 y N4/N9
4	N34/N35, N33/N36, N37/N27, N38/N29 y N31/N39
5	N21/N17, N17/N27, N27/N20, N29/N20, N24/N38, N18/N24, N23/N19, N19/N29, N38/N25, N16/N22, N6/N2, N1/N7, N22/N37, N37/N25, N33/N10, N7/N33, N2/N36, N36/N5, N4/N39, N39/N5, N31/N10, N9/N31, N8/N4 y N3/N9

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vy</sub> (cm <sup>2</sup> )	A <sub>vz</sub> (cm <sup>2</sup> )	I <sub>yy</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>zz</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> (cm <sup>4</sup> )
Tipo	Designación								

Características mecánicas									
Material		Ref.	Descripción	A (cm²)	Avy (cm²)	Avz (cm²)	Iyy (cm4)	Izz (cm4)	It (cm4)
Tipo	Designación								
Acero laminado	S275	1	IPE 220, (IPE)	33.40	15.18	10.70	2772.00	204.90	9.07
		2	IPE 180, (IPE)	23.90	10.92	7.82	1317.00	100.90	4.79
		3	IPE 80, (IPE)	7.64	3.59	2.38	80.14	8.49	0.70
		4	IPE 160, (IPE)	20.10	9.10	6.53	869.30	68.31	3.60
		5	Ø10, (Redondos)	0.79	0.71	0.71	0.05	0.05	0.10
Notación: Ref.: Referencia A: Área de la sección transversal Avy: Área de cortante de la sección según el eje local 'Y' Avz: Área de cortante de la sección según el eje local 'Z' Iyy: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Y' Izz: Inercia de la sección alrededor del eje local 'Z' It: Inercia a torsión Las características mecánicas de las piezas corresponden a la sección en el punto medio de las mismas.									

#### 2.1.2.4.- Tabla de medición

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso (kg)
Tipo	Designación					
Acero laminado	S275	N1/N2	IPE 220 (IPE)	5.000	0.017	131.10
		N3/N4	IPE 220 (IPE)	5.000	0.017	131.10
		N2/N5	IPE 220 (IPE)	5.099	0.017	133.69
		N4/N5	IPE 220 (IPE)	5.099	0.017	133.69
		N6/N7	IPE 220 (IPE)	5.000	0.017	131.10
		N8/N9	IPE 220 (IPE)	5.000	0.017	131.10
		N7/N10	IPE 220 (IPE)	5.099	0.017	133.69
		N9/N10	IPE 220 (IPE)	5.099	0.017	133.69
		N11/N12	IPE 220 (IPE)	5.000	0.017	131.10
		N13/N14	IPE 220 (IPE)	5.000	0.017	131.10
		N12/N15	IPE 220 (IPE)	5.099	0.017	133.69
		N14/N15	IPE 220 (IPE)	5.099	0.017	133.69
		N16/N17	IPE 220 (IPE)	5.000	0.017	131.10
		N18/N19	IPE 220 (IPE)	5.000	0.017	131.10
		N17/N20	IPE 220 (IPE)	5.099	0.017	133.69
		N19/N20	IPE 220 (IPE)	5.099	0.017	133.69
		N21/N22	IPE 220 (IPE)	5.000	0.017	131.10
		N23/N24	IPE 220 (IPE)	5.000	0.017	131.10
		N22/N25	IPE 220 (IPE)	5.099	0.017	133.69
		N24/N25	IPE 220 (IPE)	5.099	0.017	133.69
		N26/N27	IPE 180 (IPE)	5.600	0.013	105.06
		N28/N29	IPE 180 (IPE)	5.600	0.013	105.06
		N30/N31	IPE 180 (IPE)	5.600	0.013	105.06
		N32/N33	IPE 180 (IPE)	5.600	0.013	105.06
		N7/N12	IPE 80 (IPE)	3.000	0.002	17.99
		N12/N17	IPE 80 (IPE)	3.000	0.002	17.99
		N17/N22	IPE 80 (IPE)	3.000	0.002	17.99

Tabla de medición						
Material		Pieza (Ni/Nf)	Perfil(Serie)	Longitud (m)	Volumen (m³)	Peso (kg)
Tipo	Designación					
		N2/N7	IPE 80 (IPE)	3.000	0.002	17.99
		N10/N15	IPE 80 (IPE)	3.000	0.002	17.99
		N15/N20	IPE 80 (IPE)	3.000	0.002	17.99
		N20/N25	IPE 80 (IPE)	3.000	0.002	17.99
		N5/N10	IPE 80 (IPE)	3.000	0.002	17.99
		N9/N14	IPE 80 (IPE)	3.000	0.002	17.99
		N14/N19	IPE 80 (IPE)	3.000	0.002	17.99
		N19/N24	IPE 80 (IPE)	3.000	0.002	17.99
		N4/N9	IPE 80 (IPE)	3.000	0.002	17.99
		N34/N35	IPE 160 (IPE)	3.000	0.006	47.34
		N33/N36	IPE 160 (IPE)	3.000	0.006	47.34
		N37/N27	IPE 160 (IPE)	3.000	0.006	47.34
		N38/N29	IPE 160 (IPE)	3.000	0.006	47.34
		N31/N39	IPE 160 (IPE)	3.000	0.006	47.34
		N21/N17	Ø10 (Redondos)	5.831	0.000	3.60
		N17/N27	Ø10 (Redondos)	4.285	0.000	2.64
		N27/N20	Ø10 (Redondos)	3.628	0.000	2.24
		N29/N20	Ø10 (Redondos)	3.628	0.000	2.24
		N24/N38	Ø10 (Redondos)	4.285	0.000	2.64
		N18/N24	Ø10 (Redondos)	5.831	0.000	3.60
		N23/N19	Ø10 (Redondos)	5.831	0.000	3.60
		N19/N29	Ø10 (Redondos)	4.285	0.000	2.64
		N38/N25	Ø10 (Redondos)	3.628	0.000	2.24
		N16/N22	Ø10 (Redondos)	5.831	0.000	3.60
		N6/N2	Ø10 (Redondos)	5.831	0.000	3.60
		N1/N7	Ø10 (Redondos)	5.831	0.000	3.60
		N22/N37	Ø10 (Redondos)	4.285	0.000	2.64
		N37/N25	Ø10 (Redondos)	3.628	0.000	2.24
		N33/N10	Ø10 (Redondos)	3.628	0.000	2.24
		N7/N33	Ø10 (Redondos)	4.285	0.000	2.64
		N2/N36	Ø10 (Redondos)	4.285	0.000	2.64
		N36/N5	Ø10 (Redondos)	3.628	0.000	2.24
		N4/N39	Ø10 (Redondos)	4.285	0.000	2.64
		N39/N5	Ø10 (Redondos)	3.628	0.000	2.24
		N31/N10	Ø10 (Redondos)	3.628	0.000	2.24
		N9/N31	Ø10 (Redondos)	4.285	0.000	2.64
		N8/N4	Ø10 (Redondos)	5.831	0.000	3.60
		N3/N9	Ø10 (Redondos)	5.831	0.000	3.60
		N40/N25	IPE 220 (IPE)	6.000	0.020	157.31
		N41/N5	IPE 220 (IPE)	6.000	0.020	157.31
Notación: <i>Ni: Nudo inicial</i> <i>Nf: Nudo final</i>						

### 2.1.2.5.- Resumen de medición

Resumen de medición												
Material		Serie	Perfil	Longitud			Volumen			Peso		
Tipo	Designación			Perfil (m)	Serie (m)	Material (m)	Perfil (m³)	Serie (m³)	Material (m³)	Perfil (kg)	Serie (kg)	Material (kg)
Acero laminado	S275	IPE	IPE 220	112.990	186.390	296.338	0.377	0.489	0.497	2962.49	3835.33	3903.12
			IPE 180	22.400			0.054			420.26		
			IPE 80	36.000			0.028			215.91		
			IPE 160	15.000			0.030			236.68		
		Redondos	Ø10	109.948	0.009		67.79	67.79				
				109.948	0.009							

### 2.1.2.6.- Medición de superficies

Acero laminado: Medición de las superficies a pintar				
Serie	Perfil	Superficie unitaria (m²/m)	Longitud (m)	Superficie (m²)
IPE	IPE 220	0.868	112.990	98.098
	IPE 180	0.713	22.400	15.980
	IPE 80	0.336	36.000	12.110
	IPE 160	0.638	15.000	9.570
Redondos	Ø10	0.031	109.948	3.454
Total				139.213

## 2.2.- Uniones

### 2.2.1.- Especificaciones

Norma:

CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero. Apartado 8.6. Resistencia de los medios de unión. Uniones soldadas.

Materiales:

- Perfiles (Material base): S275.

- Material de aportación (soldaduras): Las características mecánicas de los materiales de aportación serán en todos los casos superiores a las del material base. (4.4.1 CTE DB SE-A)

Disposiciones constructivas:

1) Las siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 4 mm.

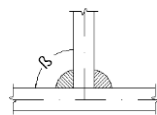
2) Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 3 mm ni superior al menor espesor de las piezas a unir.

3) Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 40 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.

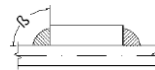
4) En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirla, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y una longitud de 2 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 4 veces el espesor de garganta.

5) Las soldaduras en ángulo entre dos piezas que forman un ángulo  $\beta$  deberán cumplir con la condición de que dicho ángulo esté comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:

- Si se cumple que  $\beta > 120$  (grados): se considerará que no transmiten esfuerzos.
- Si se cumple que  $\beta < 60$  (grados): se considerarán como soldaduras a tope con penetración parcial.



Unión en 'T'



Unión en solape

Comprobaciones:

a) Cordones de soldadura a tope con penetración total:

En este caso, no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de la unión será igual a la de la más débil de las piezas unidas.

b) Cordones de soldadura a tope con penetración parcial y con preparación de bordes:

Se comprueban como soldaduras en ángulo considerando un espesor de garganta igual al canto nominal de la preparación menos 2 mm (artículo 8.6.3.3b del CTE DB SE-A).

c) Cordones de soldadura en ángulo:

Se realiza la comprobación de tensiones en cada cordón de soldadura según el artículo 8.6.2.3 CTE DB SE-A.

Se comprueban los siguientes tipos de tensión:

Tensión de Von Mises

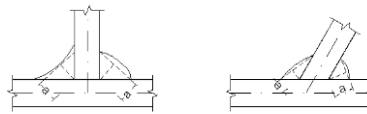
Tensión normal

Donde  $K = 1$ .

Los valores que se muestran en las tablas de comprobación resultan de las combinaciones de esfuerzos que hacen máximo el aprovechamiento tensional para ambas comprobaciones, por lo que es posible que aparezcan dos valores distintos de la tensión normal si cada aprovechamiento máximo resulta en combinaciones distintas.

### 2.2.2.- Referencias y simbología

a[mm]: Espesor de garganta del cordón de soldadura en ángulo, que será la altura mayor, medida perpendicularmente a la cara exterior, entre todos los triángulos que se pueden inscribir entre las superficies de las piezas que hayan alcanzado la fusión y la superficie exterior de las soldaduras. 8.6.2.a CTE DB SE-A

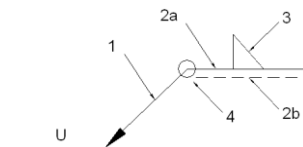


L[mm]: longitud efectiva del cordón de soldadura

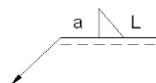
#### Método de representación de soldaduras

Referencias:

- 1: línea de la flecha
- 2a: línea de referencia (línea continua)
- 2b: línea de identificación (línea a trazos)
- 3: símbolo de soldadura
- 4: indicaciones complementarias
- U: Unión

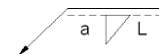


Referencias 1, 2a y 2b



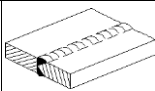
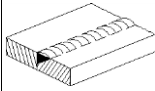
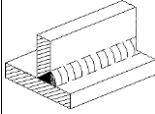
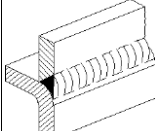
El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado de la flecha.

Referencia 3

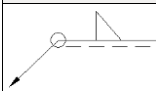
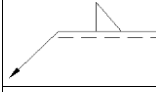
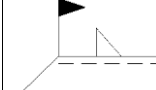


El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado opuesto al de la flecha.

Designación	Ilustración	Símbolo
Soldadura en ángulo		
Soldadura a tope en 'V' simple (con chaflán)		
Soldadura a tope en bisel simple		

Soldadura a tope en bisel doble		K
Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplio		┐
Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo		└┐
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo		✓

Referencia 4

Representación	Descripción
	Soldadura realizada en todo el perímetro de la pieza
	Soldadura realizada en taller
	Soldadura realizada en el lugar de montaje

### 2.2.3.- Comprobaciones en placas de anclaje

En cada placa de anclaje se realizan las siguientes comprobaciones (asumiendo la hipótesis de placa rígida):

#### 1. Hormigón sobre el que apoya la placa

Se comprueba que la tensión de compresión en la interfaz placa de anclaje-hormigón es menor a la tensión admisible del hormigón según la naturaleza de cada combinación.

#### 2. Pernos de anclaje

- Resistencia del material de los pernos:** Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.
- Anclaje de los pernos:** Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).
- Aplastamiento:** Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.



### 3. Placa de anclaje

- a) *Tensiones globales*: En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.
- b) *Flechas globales relativas*: Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que 1/250 del vuelo.
- c) *Tensiones locales*: Se comprueban las tensiones de Von Mises en todas las placas locales en las que tanto el perfil como los rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Los esfuerzos en cada una de las subplacas se obtienen a partir de las tensiones de contacto con el hormigón y los axiles de los pernos. El modelo generado se resuelve por diferencias finitas.

#### 2.2.4.- Relación

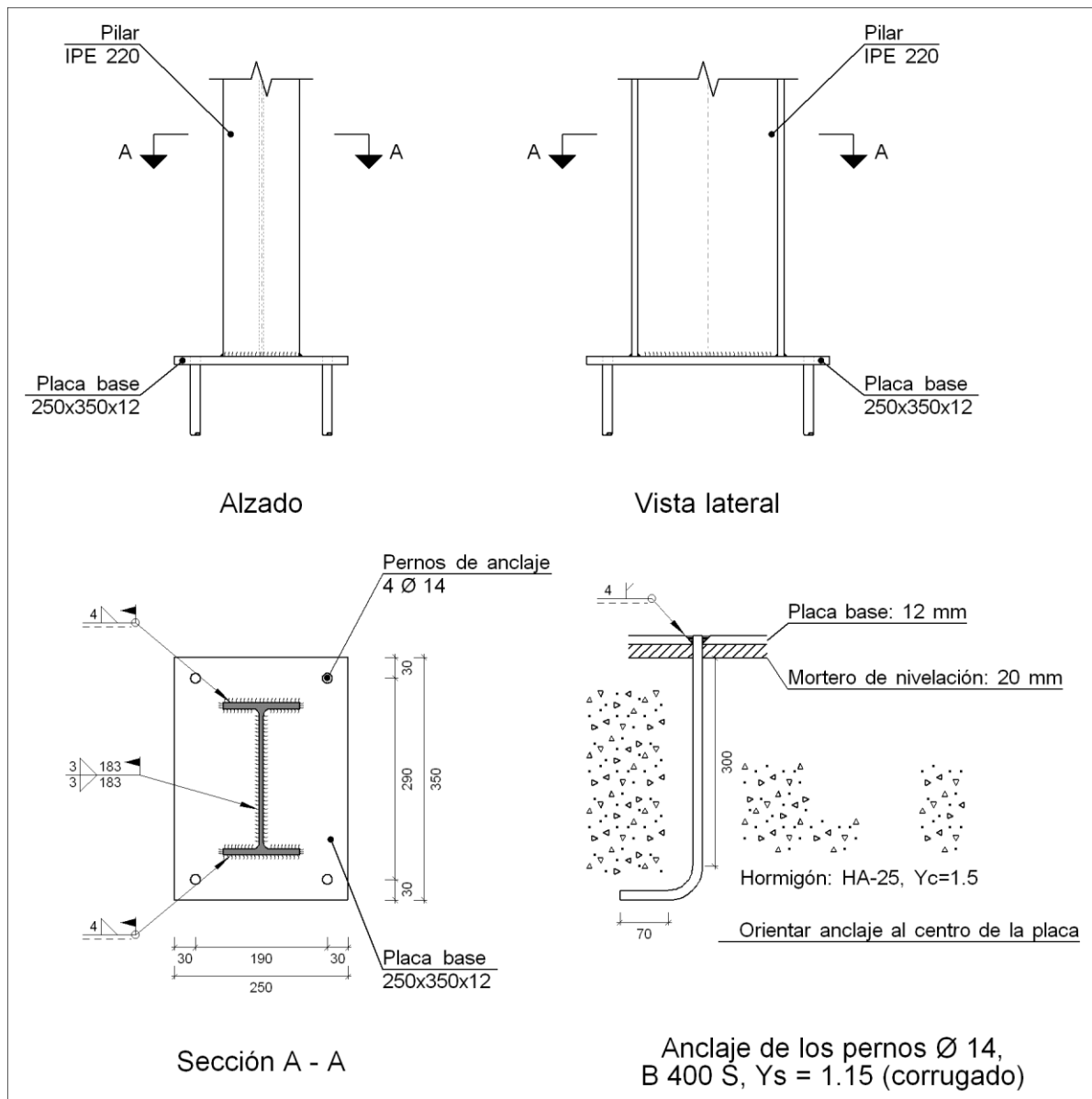
Tipo	Cantidad	Nudos
1	4	N1, N3, N21 y N23
2	16	N1, N2, N3, N4, N6, N7, N8, N9, N16, N17, N18, N19, N21, N22, N23 y N24
3	2	N2 y N24
4	2	N4 y N22
5	16	N2, N4, N7, N9, N17, N19, N22, N24, N27, N29, N31, N33, N36, N37, N38 y N39
6	16	2xN5, 2xN10, 2xN20, 2xN25, N27, N29, N31, N33, N36, N37, N38 y N39
7	2	N5 y N25
8	6	N7, N9, N12, N14, N17 y N19
9	6	N6, N8, N16, N18, N40 y N41
10	4	N26, N28, N30 y N32
11	3	N10, N15 y N20
12	2	N11 y N13
13	1	N34
14	1	N35

## 2.2.5.- Memoria de cálculo

### 2.2.5.1.- Tipo 1

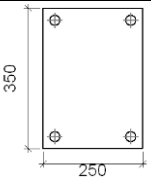
Nudos (4): N1, N3, N21 y N23.

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Cantidad	Taladros			Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)		Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f <sub>y</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Placa base		250	350	12	4	26	16	6	S275	2803.3	4383.3

### c) Comprobación

#### 1) Pilar IPE 220

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$b_w$
		$s_a$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_a$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_{//}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$s_a$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	4	1685.9	1685.9	35.4	3372.4	81.75	1685.9	48.08	4383.3	0.85
Soldadura del alma	3	388.0	388.0	57.7	782.5	18.97	388.0	11.07	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	4	1685.9	1685.9	35.4	3372.3	81.75	1685.9	48.08	4383.3	0.85

#### 2) Placa de anclaje

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$b_w$
		$s_a$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_a$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_{//}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$s_a$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura de perno en placa de anclaje <sup>(*)</sup>	4	0.0	0.0	1729.1	2995.0	72.60	0.0	0.00	4383.3	0.85

<sup>(\*)</sup>Soldadura a tope (con penetración parcial) en bisel simple con talón de raíz amplio comprobada según el artículo 8.6.3.3b del CTE DB SE-A.

### d) Medición

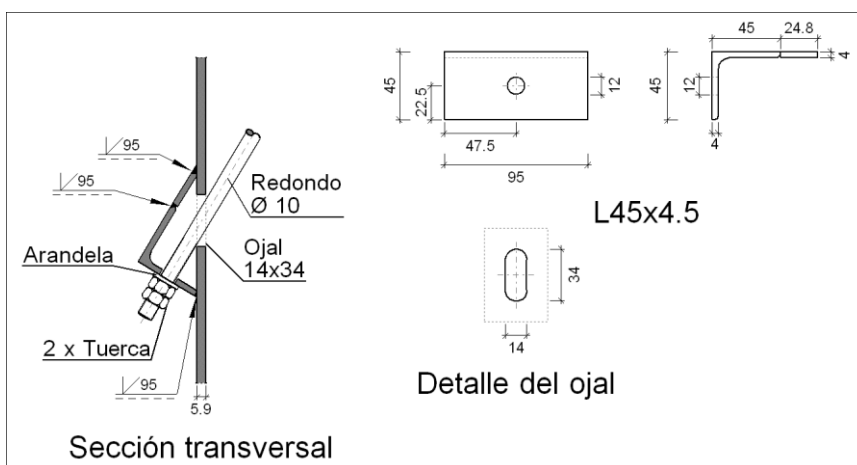
Soldaduras				
$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En taller	A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	4	176
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	366
			4	428

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	250x350x12	8.24
	Total			8.24
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	4	$\varnothing 14 - L = 332 + 136$	2.26
	Total			2.26

### 2.2.5.2.- Tipo 2

Nudos (16): N1, N2, N3, N4, N6, N7, N8, N9, N16, N17, N18, N19, N21, N22, N23 y N24.

#### a) Detalle



#### b) Comprobación

##### 1) Redondo $\varnothing 10$

Según el artículo 8.6.3 del CTE DB SE-A, las soldaduras a tope con penetración total de esta unión no necesitan ser comprobadas.

#### c) Medición

Soldaduras				
$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En taller	A tope en bisel simple	4	285

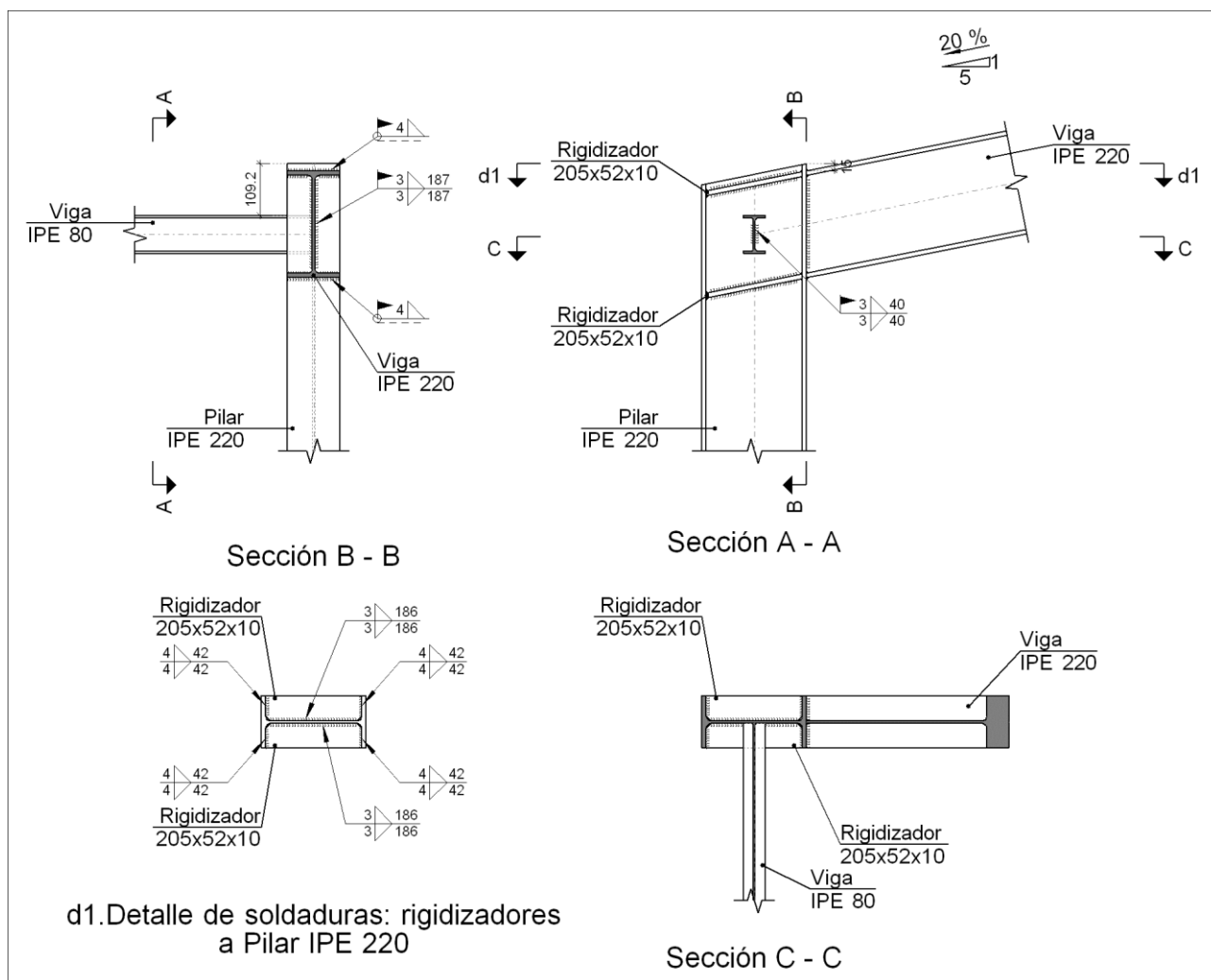
Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L45x4.5	95	0.26
				Total 0.26

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	2	T10
Arandelas	1	A10

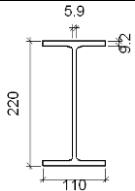
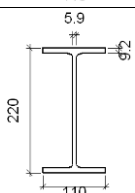
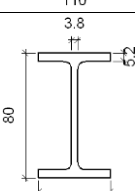
### 2.2.5.3.- Tipo 3

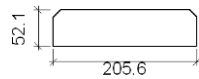
Nudos (2): N2 y N24.

a) Detalle



**b) Descripción de los componentes de la unión**

<b>Perfiles</b>									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Pilar	IPE 220		220	110	9.2	5.9	S275	2803.3	4383.3
Viga	IPE 220		220	110	9.2	5.9	S275	2803.3	4383.3
Viga	IPE 80		80	46	5.2	3.8	S275	2803.3	4383.3

<b>Elementos complementarios</b>							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Rigidizador		205.6	52.1	10	S275	2803.3	4383.3

**c) Comprobación**

**1) Pilar IPE 220**

<b>Comprobaciones de resistencia</b>						
Componente	Comprobación		Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltéz		-	34.17	64.71	52.80
	Cortante		t	3.059	18.007	16.99
Rigidizadores	Ala	Desgarro	kp/cm <sup>2</sup>	149.002	2669.773	5.58
		Cortante	kp/cm <sup>2</sup>	284.116	2669.773	10.64
Viga IPE 80	Alma	Punzonamiento	t	0.582	10.874	5.35
		Flexión por fuerza perpendicular	t	0.582	2.398	24.26

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	4	242.3	295.6	3.0	566.4	13.73	242.3	6.91	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	3	0.0	0.0	117.7	203.9	4.94	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	4	253.5	309.3	1.4	592.6	14.36	253.5	7.23	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	3	0.0	0.0	123.2	213.4	5.17	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	4	235.7	287.5	3.0	551.0	13.36	235.7	6.72	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	3	0.0	0.0	114.6	198.4	4.81	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	4	260.1	317.3	1.4	608.1	14.74	260.1	7.42	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	3	0.0	0.0	126.4	219.0	5.31	0.0	0.00	4383.3	0.85

## 2) Viga IPE 220

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	4	277.5	227.5	2.2	482.0	11.68	277.5	7.91	4383.3	0.85
Soldadura del alma	3	213.7	213.7	40.4	433.2	10.50	213.7	6.10	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	4	238.3	290.6	1.3	557.0	13.50	258.1	7.36	4383.3	0.85

## 3) Viga IPE 80

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	3	171.4	171.4	3.0	342.9	8.31	171.4	4.89	4383.3	0.85

## d) Medición

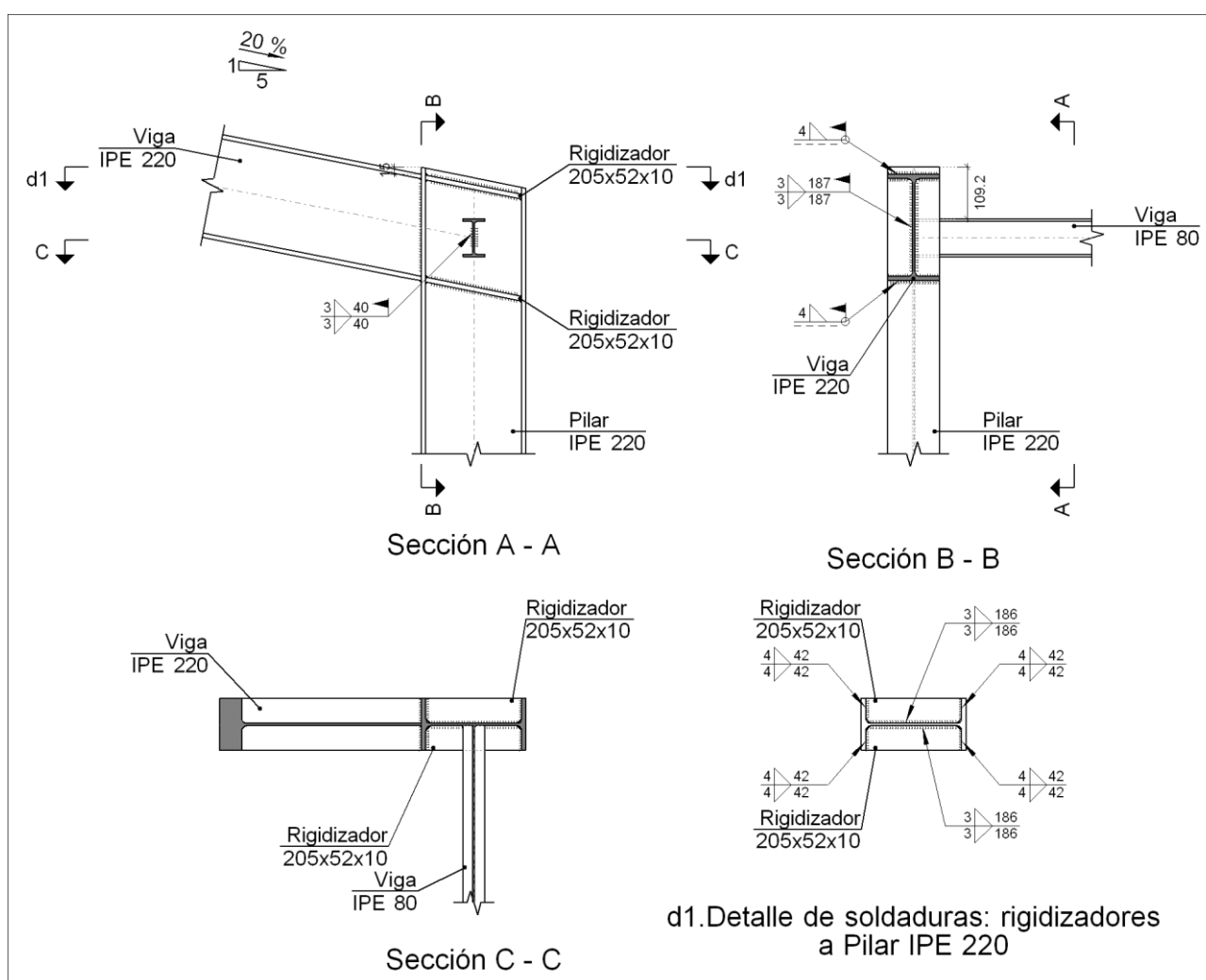
Soldaduras				
f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En taller	En ángulo	3	1485
			4	673
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	454
			4	391

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	205x52x10	3.36
	Total			3.36

#### 2.2.5.4.- Tipo 4

Nudos (2): N4 y N22.

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles			
Pieza	Descripción	Geometría	Acero





		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Pilar	IPE 220		220	110	9.2	5.9	S275	2803.3	4383.3
Viga	IPE 220		220	110	9.2	5.9	S275	2803.3	4383.3
Viga	IPE 80		80	46	5.2	3.8	S275	2803.3	4383.3

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Rigidizador		205.6	52.1	10	S275	2803.3	4383.3

### c) Comprobación

#### 1) Pilar IPE 220

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación		Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Rigidizadores	Panel	Esbeltez	-	34.17	64.71	52.80
		Cortante	t	3.059	18.007	16.99
	Ala	Desgarro	kp/cm <sup>2</sup>	149.009	2669.773	5.58
		Cortante	kp/cm <sup>2</sup>	284.141	2669.773	10.64
Viga IPE 80	Alma	Punzonamiento	t	0.582	10.874	5.35
		Flexión por fuerza perpendicular	t	0.582	2.398	24.26

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm²)	b <sub>w</sub>
		s <sup>^</sup> (kp/cm²)	t <sup>^</sup> (kp/cm²)	t <sub>//</sub> (kp/cm²)	Valor (kp/cm²)	Aprov. (%)	s <sup>^</sup> (kp/cm²)	Aprov. (%)		

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$b_w$
		$s_\wedge$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_\wedge$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_{//}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$s_\wedge$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	4	235.7	287.5	3.0	551.0	13.36	235.7	6.72	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	3	0.0	0.0	114.6	198.4	4.81	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	4	260.3	317.5	1.4	608.5	14.75	260.3	7.42	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	3	0.0	0.0	126.5	219.1	5.31	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	4	242.3	295.6	3.0	566.5	13.73	242.3	6.91	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	3	0.0	0.0	117.7	203.9	4.94	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	4	253.7	309.5	1.4	593.0	14.37	253.7	7.23	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	3	0.0	0.0	123.3	213.5	5.18	0.0	0.00	4383.3	0.85

## 2) Viga IPE 220

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$b_w$
		$s_\wedge$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_\wedge$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_{//}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$s_\wedge$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	4	277.6	227.5	2.2	482.1	11.68	277.6	7.92	4383.3	0.85
Soldadura del alma	3	213.9	213.9	40.5	433.4	10.51	213.9	6.10	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	4	238.4	290.8	1.3	557.3	13.51	258.2	7.36	4383.3	0.85

## 3) Viga IPE 80

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$b_w$
		$s_\wedge$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_\wedge$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_{//}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$s_\wedge$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	3	171.4	171.4	3.0	342.9	8.31	171.4	4.89	4383.3	0.85

## d) Medición

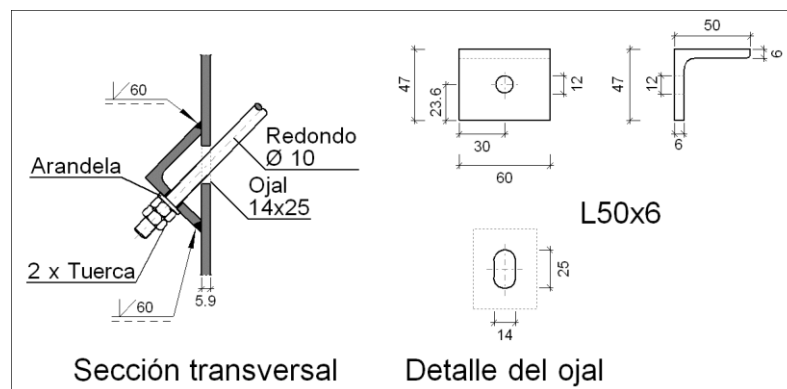
Soldaduras				
$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En taller	En ángulo	3	1485
			4	673
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	454
			4	391

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	205x52x10	3.36
	Total			3.36

### 2.2.5.5.- Tipo 5

Nudos (16): N2, N4, N7, N9, N17, N19, N22, N24, N27, N29, N31, N33, N36, N37, N38 y N39.

#### a) Detalle



#### b) Comprobación

##### 1) Redondo Ø10

Según el artículo 8.6.3 del CTE DB SE-A, las soldaduras a tope con penetración total de esta unión no necesitan ser comprobadas.

#### c) Medición

Soldaduras				
$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En taller	A tope en bisel simple	6	120

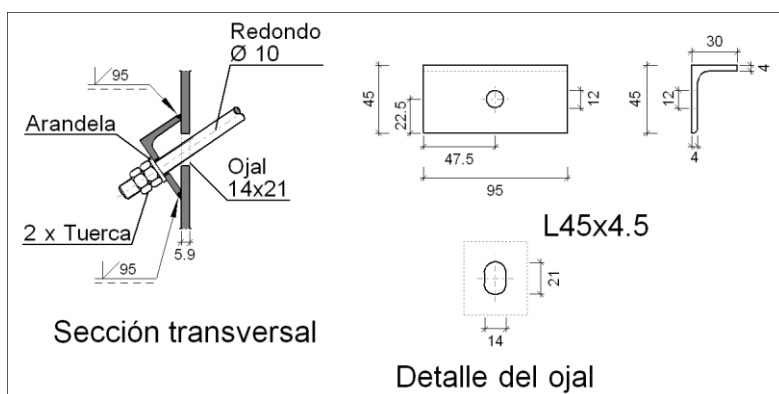
Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L50x6	60	0.27
	Total			0.27

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	2	T10
Arandelas	1	A10

#### 2.2.5.6.- Tipo 6

Nudos (16): 2xN5, 2xN10, 2xN20, 2xN25, N27, N29, N31, N33, N36, N37, N38 y N39.

##### a) Detalle



##### b) Comprobación

###### 1) Redondo Ø10

Según el artículo 8.6.3 del CTE DB SE-A, las soldaduras a tope con penetración total de esta unión no necesitan ser comprobadas.

##### c) Medición

Soldaduras				
$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En taller	A tope en bisel simple	4	190

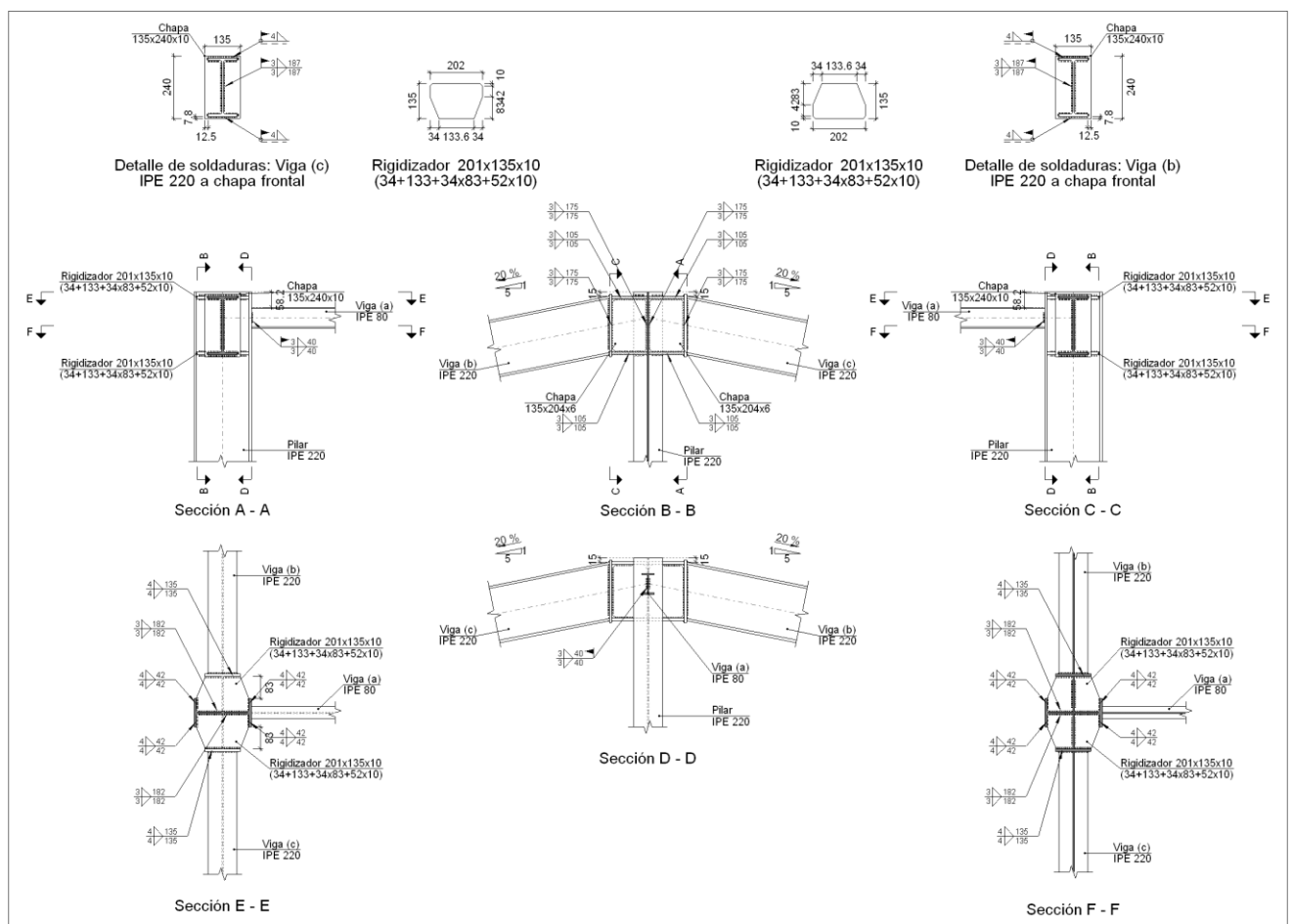
Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L45x4.5	95	0.26
	Total			0.26

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	2	T10
Arandelas	1	A10

### 2.2.5.7.- Tipo 7

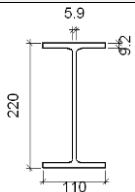
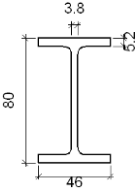
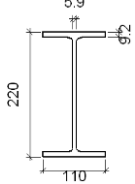
Nudos (2): N5 y N25.

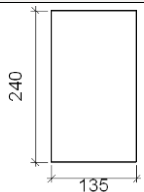
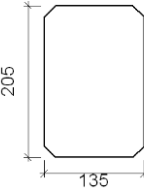
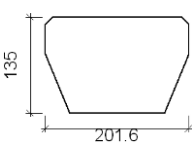
#### a) Detalle



#### b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Pilar	IPE 220		220	110	9.2	5.9	S275	2803.3	4383.3
Viga	IPE 80		80	46	5.2	3.8	S275	2803.3	4383.3
Viga	IPE 220		220	110	9.2	5.9	S275	2803.3	4383.3

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Chapa de apoyo de la viga IPE 220		135	240	10	S275	2803.3	4383.3
Chapa vertical de la viga IPE 220		135	205	6	S275	2803.3	4383.3
Rigidizador		201.6	135	10	S275	2803.3	4383.3

### c) Comprobación

#### 1) Pilar IPE 220

#### Comprobaciones de resistencia

Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	-	34.17	64.71	52.80
	Cortante	t	0.751	18.007	4.17
Ala	Desgarro	kp/cm <sup>2</sup>	147.522	2669.773	5.53
	Cortante	kp/cm <sup>2</sup>	169.180	2669.773	6.34

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>Λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>Λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>Λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	4	66.4	66.4	42.9	152.2	3.69	71.3	2.03	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	4	50.4	50.4	38.1	120.5	2.92	50.4	1.44	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	3	0.0	0.0	40.8	70.7	1.71	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	3	0.0	0.0	48.2	83.4	2.02	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	3	0.0	0.0	48.2	83.4	2.02	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	3	0.0	0.0	40.8	70.7	1.71	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	4	0.0	0.0	195.9	339.3	8.22	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	3	0.0	0.0	34.7	60.0	1.46	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	4	0.0	0.0	69.4	120.3	2.92	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	3	0.0	0.0	32.2	55.8	1.35	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	4	65.7	65.7	42.5	150.6	3.65	70.7	2.02	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	4	50.4	50.4	38.1	120.5	2.92	50.4	1.44	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	3	0.0	0.0	40.3	69.8	1.69	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	3	0.0	0.0	47.5	82.3	1.99	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	3	0.0	0.0	47.5	82.3	1.99	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	3	0.0	0.0	40.3	69.8	1.69	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	4	0.0	0.0	195.2	338.1	8.20	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	3	0.0	0.0	34.5	59.7	1.45	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	4	0.0	0.0	69.4	120.3	2.92	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	3	0.0	0.0	32.0	55.5	1.34	0.0	0.00	4383.3	0.85

## 2) Viga (a) IPE 80

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>Λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>Λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>Λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	3	426.6	426.6	5.2	853.2	20.68	426.6	12.16	4383.3	0.85

3) Viga (c) IPE 220

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$b_w$
		$s_\wedge$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_\wedge$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_{//}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$s_\wedge$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	4	118.9	145.0	33.0	283.7	6.88	140.9	4.02	4383.3	0.85
Soldadura del alma	3	0.0	0.0	37.7	65.4	1.58	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	4	85.3	104.0	35.8	208.7	5.06	103.1	2.94	4383.3	0.85

4) Viga (b) IPE 220

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$b_w$
		$s_\wedge$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_\wedge$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_{//}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$s_\wedge$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	4	119.5	145.7	33.5	285.2	6.91	141.5	4.04	4383.3	0.85
Soldadura del alma	3	0.0	0.0	38.3	66.3	1.61	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	4	85.2	104.0	35.8	208.7	5.06	103.0	2.94	4383.3	0.85

d) Medición

Soldaduras				
$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En taller	En ángulo	3	3693
			4	1753
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	827
			4	783

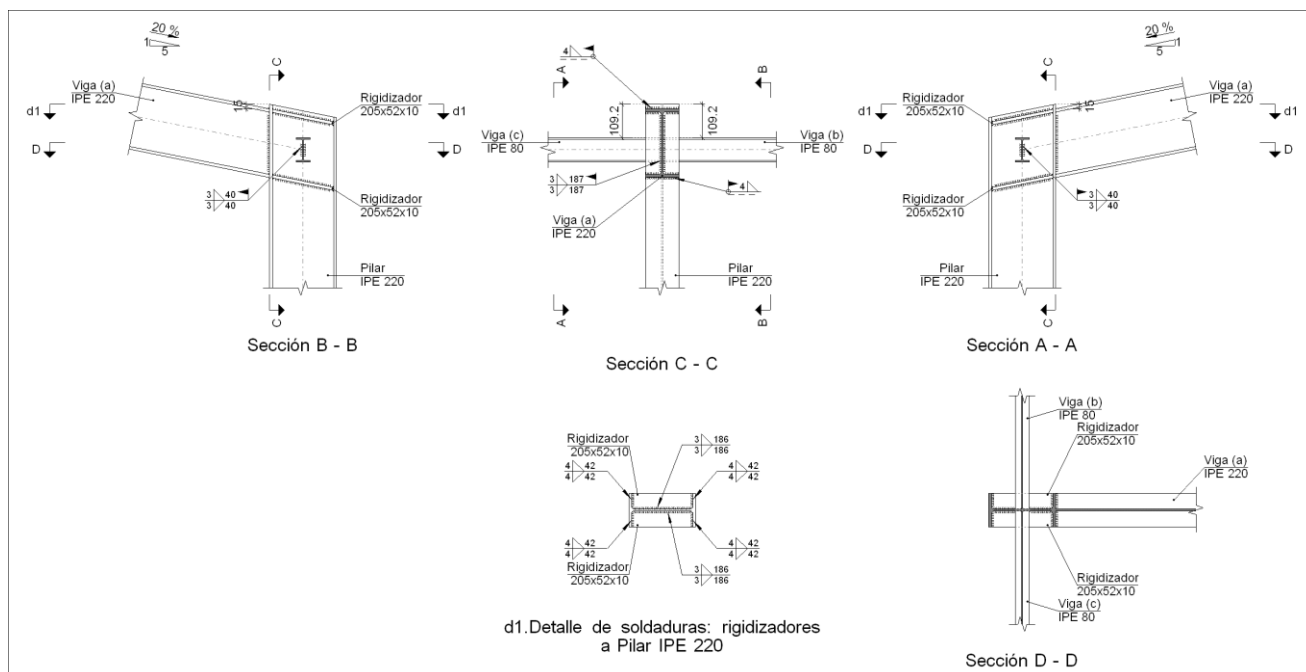
Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	201x135x10 (34+133+34x83+52x10)	7.66
	Chapas	2	135x204x6	2.61
		2	135x240x10	5.09
	Total			15.35



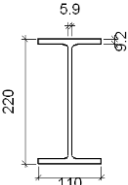
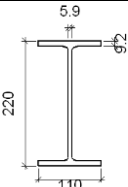
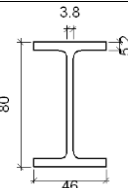
### 2.2.5.8.- Tipo 8

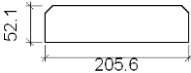
Nudos (6): N7, N9, N12, N14, N17 y N19.

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f <sub>y</sub> (kp/cm²)	f <sub>u</sub> (kp/cm²)
Pilar	IPE 220		220	110	9.2	5.9	S275	2803.3	4383.3
Viga	IPE 220		220	110	9.2	5.9	S275	2803.3	4383.3
Viga	IPE 80		80	46	5.2	3.8	S275	2803.3	4383.3

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Rigidizador		205.6	52.1	10	S275	2803.3	4383.3

### c) Comprobación

#### 1) Pilar IPE 220

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación		Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbitez		-	34.17	64.71	52.80
	Cortante		t	12.346	18.007	68.56
Rigidizadores	Ala	Desgarro	kp/cm <sup>2</sup>	944.971	2669.773	35.40
		Cortante	kp/cm <sup>2</sup>	956.135	2669.773	35.81
Viga (b) IPE 80	Alma	Punzonamiento	t	0.970	10.874	8.92
		Flexión por fuerza perpendicular	t	0.841	2.398	35.07
Viga (c) IPE 80	Alma	Punzonamiento	t	0.970	10.874	8.92
		Flexión por fuerza perpendicular	t	0.838	2.398	34.94

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$b_w$
		$s_{\perp}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_{\perp}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_{//}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$s_{\perp}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	4	964.7	1176.8	0.0	2255.1	54.66	964.7	27.51	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	3	0.0	0.0	468.8	812.0	19.68	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	4	1036.7	1264.6	0.0	2423.3	58.74	1036.7	29.56	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	3	0.0	0.0	503.8	872.6	21.15	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	4	964.7	1176.8	0.0	2255.1	54.66	964.7	27.51	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	3	0.0	0.0	468.8	812.0	19.68	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	4	1036.7	1264.6	0.0	2423.3	58.74	1036.7	29.56	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	3	0.0	0.0	503.8	872.6	21.15	0.0	0.00	4383.3	0.85

#### 2) Viga (a) IPE 220

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$b_w$
		$s_{\perp}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_{\perp}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_{//}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$s_{\perp}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>Λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>Λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>Λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	4	1094.4	897.2	1.5	1900.7	46.07	1094.4	31.21	4383.3	0.85
Soldadura del alma	3	862.8	862.8	182.2	1754.1	42.52	862.8	24.60	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	4	940.7	1147.4	1.5	2198.8	53.30	1016.0	28.97	4383.3	0.85

### 3) Viga (c) IPE 80

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>Λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>Λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>Λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	3	285.7	285.7	5.1	571.5	13.85	285.7	8.15	4383.3	0.85

### 4) Viga (b) IPE 80

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>Λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>Λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>Λ</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	3	285.7	285.7	5.1	571.5	13.85	285.7	8.15	4383.3	0.85

### d) Medición

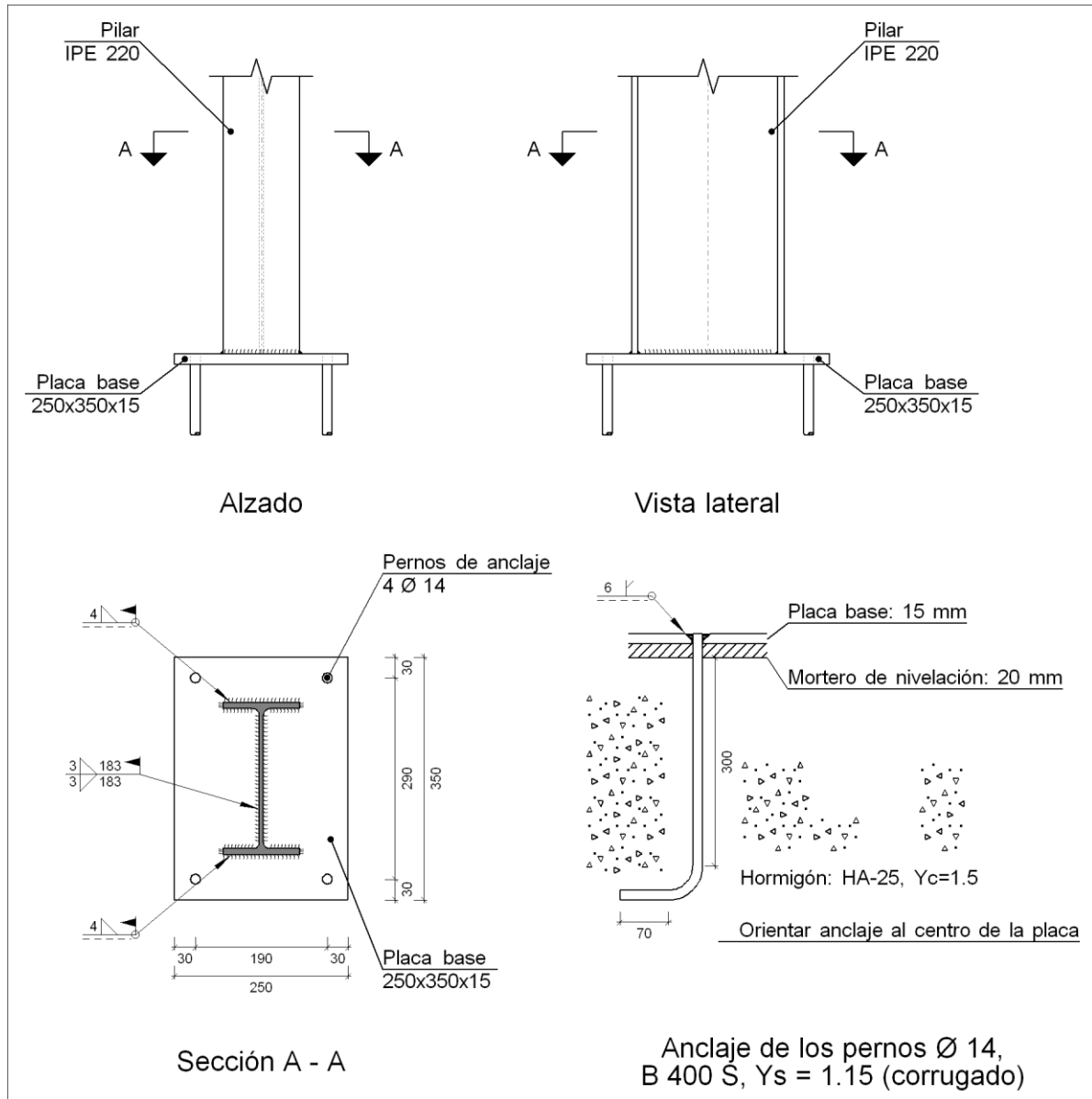
Soldaduras				
f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En taller	En ángulo	3	1485
			4	673
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	534
			4	391

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	205x52x10	3.36
				Total 3.36

### 2.2.5.9.- Tipo 9

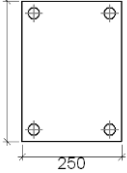
Nudos (6): N6, N8, N16, N18, N40 y N41.

#### a) Detalle



#### b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	f <sub>y</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Placa base		250	350	15	4	30	16	8	S275	2803.3	4383.3

### c) Comprobación

#### 1) Pilar IPE 220

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm²)	b <sub>w</sub>
		s <sup>^</sup> (kp/cm²)	t <sup>^</sup> (kp/cm²)	t <sub>//</sub> (kp/cm²)	Valor (kp/cm²)	Aprov. (%)	s <sup>^</sup> (kp/cm²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	4	833.6	833.6	3.1	1667.2	40.41	833.6	23.77	4383.3	0.85
Soldadura del alma	3	689.5	689.5	96.9	1389.1	33.67	689.5	19.66	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	4	826.0	826.0	3.1	1652.0	40.04	826.0	23.56	4383.3	0.85

#### 2) Placa de anclaje

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm²)	b <sub>w</sub>
		s <sub>⋈</sub> (kp/cm²)	t <sub>⋈</sub> (kp/cm²)	t <sub>//</sub> (kp/cm²)	Valor (kp/cm²)	Aprov. (%)	s <sub>⊥</sub> (kp/cm²)	Aprov. (%)		
Soldadura de perno en placa de anclaje(*)	6	0.0	0.0	1170.1	2026.6	49.13	0.0	0.00	4383.3	0.85

(\*)Soldadura a tope (con penetración parcial) en bisel simple con talón de raíz amplio comprobada según el artículo 8.6.3.3b del CTE DB SE-A.

### d) Medición

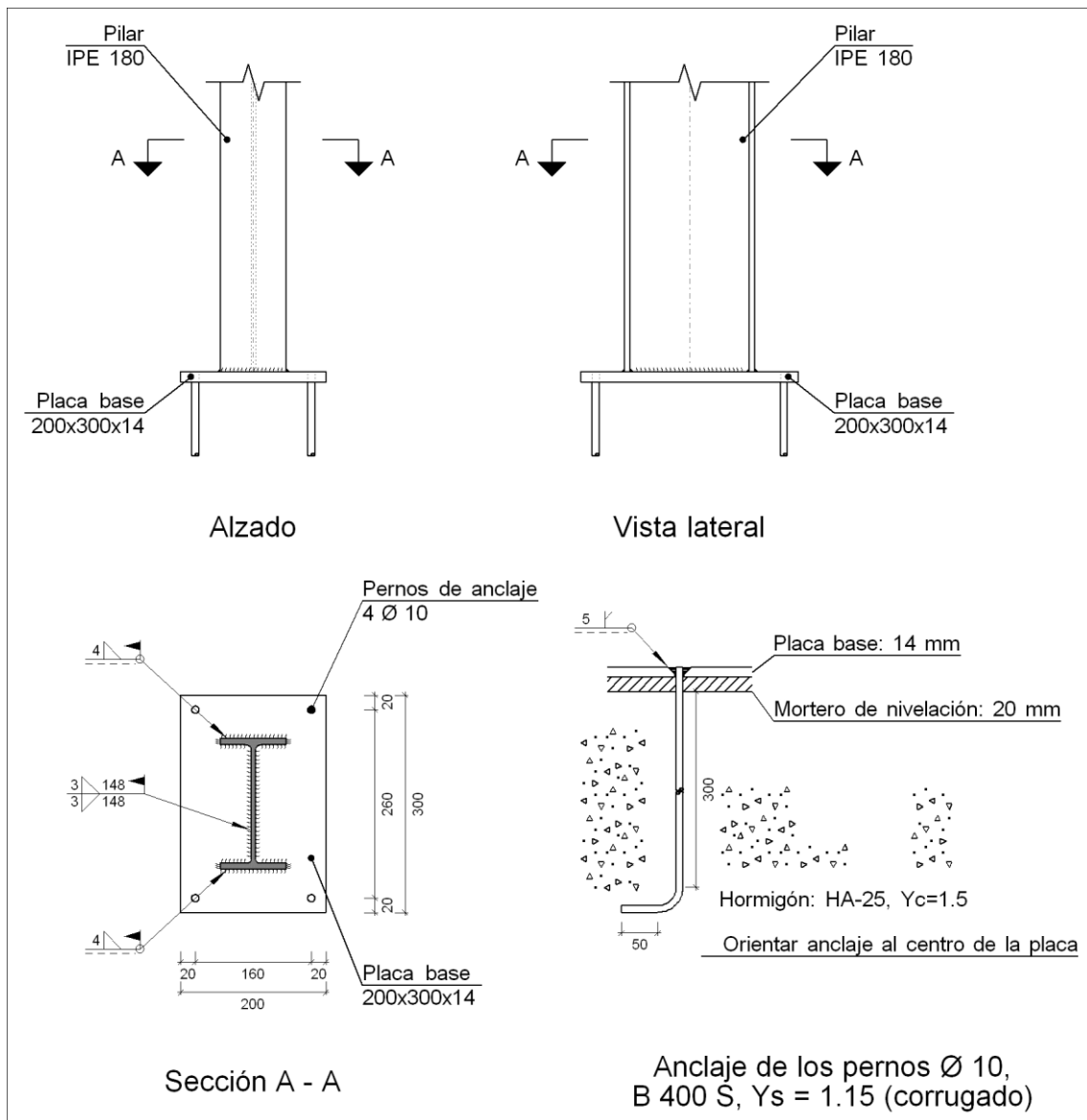
Soldaduras				
$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En taller	A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	6	176
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	366
			4	428

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	250x350x15	10.30
	Total			10.30
B 400 S, $Y_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	4	$\varnothing 14 - L = 335 + 136$	2.28
	Total			2.28

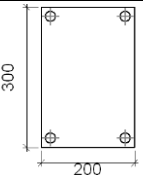
### 2.2.5.10.- Tipo 10

Nudos (4): N26, N28, N30 y N32.

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Placa base		200	300	14	4	24	12	7	S275	2803.3	4383.3

c) Comprobación

1) Pilar IPE 180

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$b_w$
		$s_\perp$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_\perp$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_{//}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$s_\perp$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	4	700.1	700.1	1.8	1400.3	33.94	700.1	19.97	4383.3	0.85
Soldadura del alma	3	467.1	467.1	93.5	948.2	22.98	467.1	13.32	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	4	707.7	707.7	1.8	1415.4	34.31	707.7	20.18	4383.3	0.85

2) Placa de anclaje

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$b_w$
		$s_\perp$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_\perp$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_{//}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$s_\perp$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura de perno en placa de anclaje <sup>(*)</sup>	5	0.0	0.0	1163.6	2015.4	48.85	0.0	0.00	4383.3	0.85

<sup>(\*)</sup>Soldadura a tope (con penetración parcial) en bisel simple con talón de raíz amplio comprobada según el artículo 8.6.3.3b del CTE DB SE-A.

d) Medición

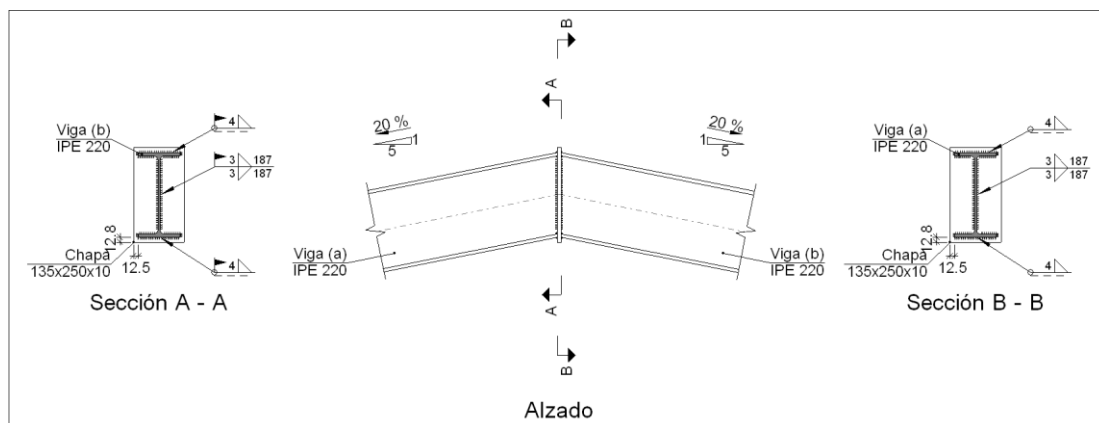
Soldaduras				
$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En taller	A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	5	126
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	296
			4	353

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	200x300x14	6.59
	Total			6.59
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	4	Ø 10 - L = 334 + 97	1.06
	Total			1.06

### 2.2.5.11.- Tipo 11

Nudos (3): N10, N15 y N20.

a) Detalle

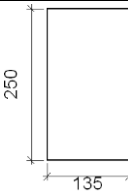


b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Viga	IPE 220		220	110	9.2	5.9	S275	2803.3	4383.3

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )



Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Chapa frontal: Viga (a) IPE 220		135	250	10	S275	2803.3	4383.3

### c) Comprobación

#### 1) Viga (a) IPE 220

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$b_w$
		$s^{\wedge}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t^{\wedge}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_{//}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$s^{\wedge}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	4	596.4	727.5	1.4	1394.1	33.79	645.2	18.40	4383.3	0.85
Soldadura del alma	3	548.4	548.4	1.9	1096.7	26.58	548.4	15.64	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	4	677.9	555.8	1.4	1177.4	28.54	677.9	19.33	4383.3	0.85

#### 2) Viga (b) IPE 220

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$b_w$
		$s^{\wedge}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t^{\wedge}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_{//}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$s^{\wedge}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	4	596.4	727.5	1.4	1394.1	33.79	645.2	18.40	4383.3	0.85
Soldadura del alma	3	548.4	548.4	1.9	1096.7	26.58	548.4	15.64	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	4	677.9	555.8	1.4	1177.4	28.54	677.9	19.33	4383.3	0.85

### d) Medición

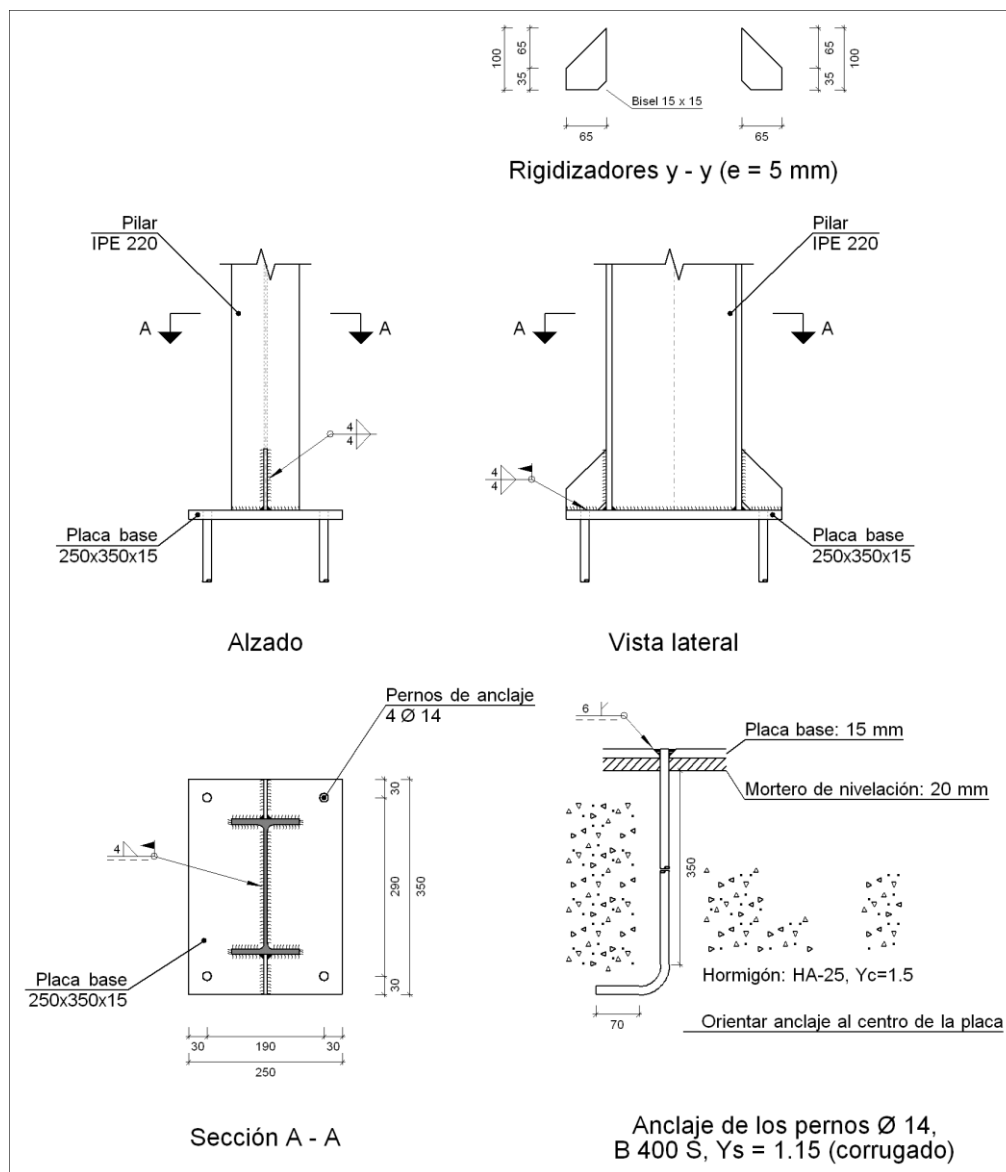
Soldaduras				
$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En taller	En ángulo	3	374
			4	429
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	374
			4	429

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	1	135x250x10	2.65
	Total			2.65

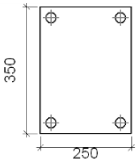
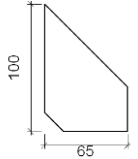
### 2.2.5.12.- Tipo 12

Nudos (2): N11 y N13.

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Elementos complementarios											
Pieza	Geometría				Taladros				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro exterior (mm)	Diámetro interior (mm)	Bisel (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Placa base		250	350	15	4	30	16	8	S275	2803.3	4383.3
Rigidizador		65	100	5	-	-	-	-	S275	2803.3	4383.3

c) Comprobación

1) Pilar IPE 220

Para cada cordón en ángulo de esta unión, se adopta el espesor máximo de garganta de soldadura compatible con los espesores de las piezas a unir. De esta manera, y soldando por ambos lados, se logra que el conjunto tenga, al menos, la capacidad resistente de dichas piezas.

2) Placa de anclaje

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f <sub>u</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	b <sub>w</sub>
		s <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	t <sub>//</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	s <sub>⊥</sub> (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura de perno en placa de anclaje(*)	6	0.0	0.0	1489.0	2579.1	62.52	0.0	0.00	4383.3	0.85

(\*)Soldadura a tope (con penetración parcial) en bisel simple con talón de raíz amplio comprobada según el artículo 8.6.3.3b del CTE DB SE-A.

Para el resto de cordones en ángulo se adopta el espesor máximo de garganta de soldadura compatible con los espesores de las piezas a unir. De esta manera, y soldando por ambos lados, se logra que el conjunto tenga, al menos, la capacidad resistente de dichas piezas.

d) Medición

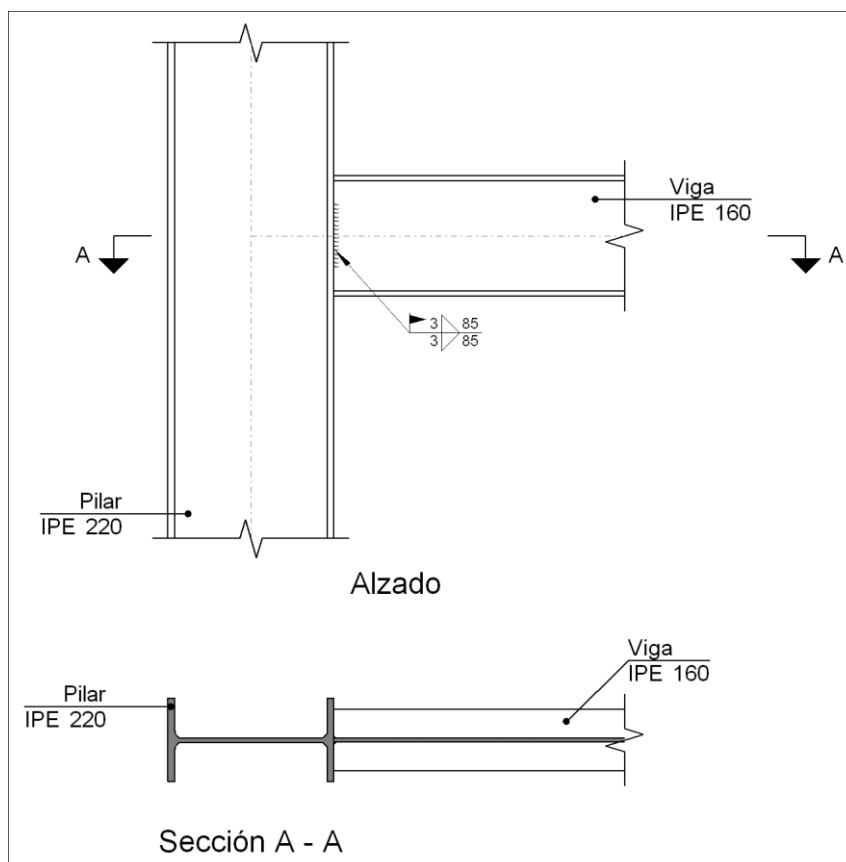
Soldaduras				
$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En taller	En ángulo	4	340
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	6	176
	En el lugar de montaje	En ángulo	4	995

Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	1	250x350x15	10.30
	Rigidizadores no pasantes	2	65/0x100/35x5	0.34
	Total			10.65
B 400 S, $\gamma_s = 1.15$ (corrugado)	Pernos de anclaje	4	$\varnothing 14 - L = 385 + 136$	2.52
	Total			2.52

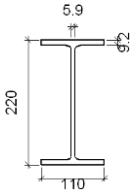
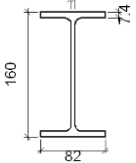
### 2.2.5.13.- Tipo 13

Nudo: N34.

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Pilar	IPE 220		220	110	9.2	5.9	S275	2803.3	4383.3
Viga	IPE 160		160	82	7.4	5	S275	2803.3	4383.3

c) Comprobación

1) Viga IPE 160

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$b_w$
		$s^{\wedge}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t^{\wedge}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_{//}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$s^{\wedge}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	3	2.1	2.1	207.7	359.8	8.72	2.5	0.07	4383.3	0.85

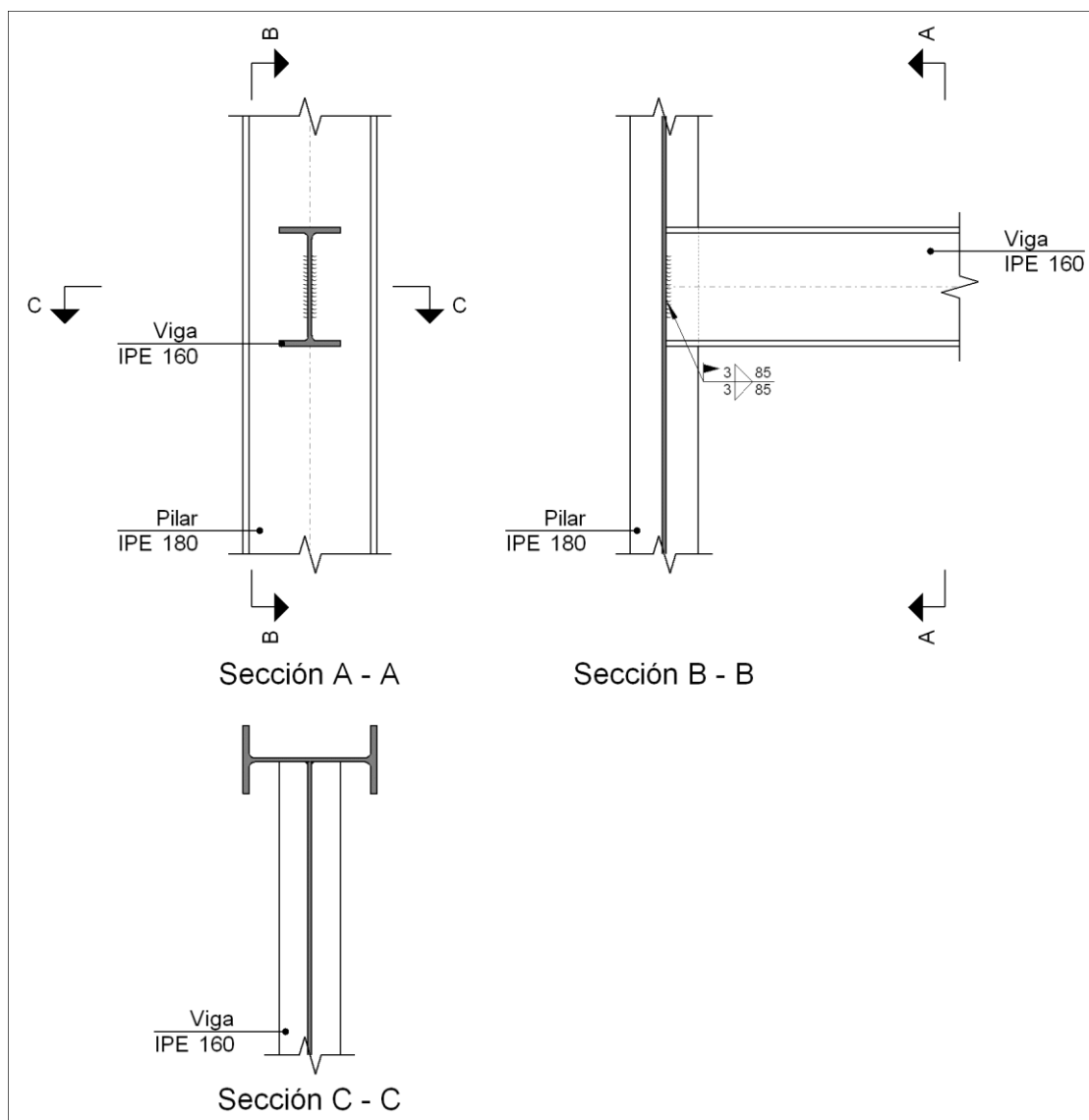
d) Medición

Soldaduras				
$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En el lugar de montaje	En ángulo	3	170

**2.2.5.14.- Tipo 14**

Nudo: N35.

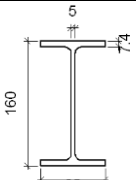
a) Detalle



**b) Descripción de los componentes de la unión**

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Pilar	IPE 180		180	91	8	5.3	S275	2803.3	4383.3



Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	$f_y$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )
Viga	IPE 160		160	82	7.4	5	S275	2803.3	4383.3

### c) Comprobación

#### 1) Pilar IPE 180

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Punzonamiento	t	0.018	20.072	0.09
	Flexión por fuerza perpendicular	t	0.018	4.119	0.43

#### 2) Viga IPE 160

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$b_w$
		$s_\wedge$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_\wedge$ (kp/cm <sup>2</sup> )	$t_{//}$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Valor (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)	$s_\wedge$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	3	2.1	2.1	193.0	334.4	8.11	2.5	0.07	4383.3	0.85

### d) Medición

Soldaduras				
$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En el lugar de montaje	En ángulo	3	170

## 2.2.6.- Medición

Soldaduras				
$f_u$ (kp/cm <sup>2</sup> )	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En taller	En ángulo	3	23354
			4	12200
		A tope en bisel simple	4	7600
			6	1920
		A tope en bisel simple con talón de raíz amplio	4	704
			5	503
	En el lugar de montaje	En ángulo	6	1407
			3	12980
			4	14451

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	40	205x52x10	33.60
		8	201x135x10 (34+133+34x83+52x10)	15.32
	Chapas	4	135x204x6	5.21
		4	135x240x10	10.17
		3	135x250x10	7.95
				Total
				72.26

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L45x4.5	3040	8.21
		L50x6	960	4.25
				Total
			12.46	

Elementos de tornillería no normalizados		
Tipo	Cantidad	Descripción
Tuercas	96	T10
Arandelas	48	A10



Placas de anclaje				
Material	Elementos	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Placa base	4	250x350x12	32.97
		4	200x300x14	26.38
		8	250x350x15	82.43
	Rigidizadores no pasantes	4	65/0x100/35x5	0.69
	Total			142.46
B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	Pernos de anclaje	16	Ø 10 - L = 334 + 97	4.25
		16	Ø 14 - L = 332 + 136	9.05
		24	Ø 14 - L = 335 + 136	13.66
		8	Ø 14 - L = 385 + 136	5.04
	Total			32.00

### 3.- CIMENTACIÓN

#### 3.1.- Elementos de cimentación aislados

##### 3.1.1.- Descripción

Referencias	Geometría	Armado
N3, N23, N21 y N1	Zapata cuadrada Ancho: 105.0 cm Canto: 50.0 cm	X: 4Ø12c/25 Y: 4Ø12c/25
N28, N40, N26, N32, N41 y N30	Zapata rectangular centrada Ancho zapata X: 115.0 cm Ancho zapata Y: 165.0 cm Canto: 40.0 cm	Sup X: 6Ø12c/30 Sup Y: 4Ø12c/30 Inf X: 6Ø12c/30 Inf Y: 4Ø12c/30
N8, N13, N18, N6, N11 y N16	Zapata rectangular centrada Ancho zapata X: 135.0 cm Ancho zapata Y: 205.0 cm Canto: 45.0 cm	Sup X: 8Ø12c/27 Sup Y: 5Ø12c/27 Inf X: 8Ø12c/27 Inf Y: 5Ø12c/27

##### 3.1.2.- Medición

Referencias: N3, N23, N21 y N1		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	4x1.24	4.96
	Peso (kg)	4x1.10	4.40
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	4x1.24	4.96
	Peso (kg)	4x1.10	4.40
Totales	Longitud (m)	9.92	
	Peso (kg)	8.80	8.80
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	10.91	
	Peso (kg)	9.68	9.68

Referencias: N28, N40, N26, N32, N41 y N30		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	6x1.28	7.68
	Peso (kg)	6x1.14	6.82
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	4x1.55	6.20
	Peso (kg)	4x1.38	5.50

Referencias: N28, N40, N26, N32, N41 y N30		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	6x1.28	7.68
	Peso (kg)	6x1.14	6.82
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	4x1.55	6.20
	Peso (kg)	4x1.38	5.50
Totales	Longitud (m)	27.76	
	Peso (kg)	24.64	24.64
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	30.54	
	Peso (kg)	27.10	27.10

Referencias: N8, N13, N18, N6, N11 y N16		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	8x1.25	10.00
	Peso (kg)	8x1.11	8.88
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	5x1.95	9.75
	Peso (kg)	5x1.73	8.66
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	8x1.25	10.00
	Peso (kg)	8x1.11	8.88
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	5x1.95	9.75
	Peso (kg)	5x1.73	8.66
Totales	Longitud (m)	39.50	
	Peso (kg)	35.08	35.08
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	43.45	
	Peso (kg)	38.59	38.59

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)	Hormigón (m³)	
	Ø12	HA-35, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: N3, N23, N21 y N1	4x9.68	4x0.55	4x0.11
Referencias: N28, N40, N26, N32, N41 y N30	6x27.10	6x0.76	6x0.19
Referencias: N8, N13, N18, N6, N11 y N16	6x38.59	6x1.25	6x0.28
Totales	432.86	14.23	3.24

### 3.1.3.- Comprobación

Referencia: N3		
Dimensiones: 105 x 105 x 50		
Armados: Xi:Ø12c/25 Yi:Ø12c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno:		
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 3 kp/cm² Calculado: 0.222 kp/cm²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 3.75 kp/cm² Calculado: 0.165 kp/cm²	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 3.75 kp/cm² Calculado: 0.222 kp/cm²	Cumple
Vuelco de la zapata:		
- En dirección X <sup>(1)</sup>		No procede
- En dirección Y <sup>(1)</sup>		No procede

Referencia: N3		
Dimensiones: 105 x 105 x 50		
Armados: Xi:Ø12c/25 Yi:Ø12c/25		
Comprobación	Valores	Estado
<i>(1) Sin momento de vuelco</i>		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 0.73 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 1.57 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 0.00 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 713.55 t/m <sup>2</sup>	
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Calculado: 2.35 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo:	Mínimo: 25 cm	
<i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 50 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N3:	Mínimo: 30 cm	
	Calculado: 43 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión:		
<i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm	
<i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras:		
<i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima entre barras:		
<i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje:		
<i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	

Referencia: N3		
Dimensiones: 105 x 105 x 50		
Armados: Xi:Ø12c/25 Yi:Ø12c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N23		
Dimensiones: 105 x 105 x 50		
Armados: Xi:Ø12c/25 Yi:Ø12c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 3 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.222 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 3.75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.166 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 3.75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.222 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Vuelco de la zapata:		
- En dirección X <sup>(1)</sup>		No procede
- En dirección Y <sup>(1)</sup>		No procede
<sup>(1)</sup> Sin momento de vuelco		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 0.73 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 1.57 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 0.00 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 713.55 t/m <sup>2</sup> Calculado: 2.35 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 50 cm	Cumple

Referencia: N23		
Dimensiones: 105 x 105 x 50		
Armados: Xi:Ø12c/25 Yi:Ø12c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N23:	Mínimo: 30 cm Calculado: 43 cm	Cumple
Cuántía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001	Cumple Cumple
Cuántía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0002 Mínimo: 0.0003	Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud mínima de las patillas: - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N28		
Dimensiones: 115 x 165 x 40		

Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 3 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.155 kp/cm <sup>2</sup> Máximo: 3.75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.133 kp/cm <sup>2</sup> Máximo: 3.75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.31 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: - En dirección X <sup>(1)</sup> - En dirección Y: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> <sup>(1)</sup> Sin momento de vuelco	Reserva seguridad: 22.0 %	No procede Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 0.14 t·m Momento: 0.81 t·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 0.17 t Cortante: 1.41 t	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 713.55 t/m <sup>2</sup> Calculado: 3.85 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N28:	Mínimo: 30 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0003	Cumple Cumple

Referencia: N28 Dimensiones: 115 x 165 x 40 Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 33 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 33 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 33 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas: - Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 12 cm Calculado: 12 cm	Cumple

Referencia: N28		
Dimensiones: 115 x 165 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 12 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N40		
Dimensiones: 115 x 165 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 3 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.154 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 3.75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.146 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 3.75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.309 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Vuelco de la zapata:		
- En dirección X <sup>(1)</sup>		No procede
- En dirección Y:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>	Reserva seguridad: 12.9 %	Cumple
<sup>(1)</sup> Sin momento de vuelco		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 0.14 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 0.87 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.17 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 1.61 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 713.55 t/m <sup>2</sup> Calculado: 3.4 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N40:	Mínimo: 30 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	



Referencia: N40 Dimensiones: 115 x 165 x 40 Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 23 cm Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 23 cm Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple

Referencia: N40		
Dimensiones: 115 x 165 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 23 cm Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 23 cm Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 12 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N26		
Dimensiones: 115 x 165 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 3 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.18 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 3.75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.168 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 3.75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.344 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Vuelco de la zapata:		
- En dirección X <sup>(1)</sup>		No procede
- En dirección Y:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
	Reserva seguridad: 23.0 %	Cumple
<sup>(1)</sup> Sin momento de vuelco		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 0.25 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 0.81 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.32 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 1.41 t	Cumple

Referencia: N26		
Dimensiones: 115 x 165 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 713.55 t/m <sup>2</sup> Calculado: 7.44 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N26:	Mínimo: 30 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuántía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuántía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple

Referencia: N26		
Dimensiones: 115 x 165 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 33 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 33 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 33 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 12 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N21		
Dimensiones: 105 x 105 x 50		
Armados: Xi:Ø12c/25 Yi:Ø12c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 3 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.286 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 3.75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.23 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 3.75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.286 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Vuelco de la zapata:		
- En dirección X <sup>(1)</sup>		No procede
- En dirección Y <sup>(1)</sup>		No procede
<sup>(1)</sup> Sin momento de vuelco		

Referencia: N21 Dimensiones: 105 x 105 x 50 Armados: Xi:Ø12c/25 Yi:Ø12c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 0.73 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 1.57 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 0.00 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 713.55 t/m <sup>2</sup> Calculado: 4.66 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 50 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N21:	Mínimo: 30 cm Calculado: 43 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:		
- Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 10 cm Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple

Referencia: N21		
Dimensiones: 105 x 105 x 50		
Armados: Xi:Ø12c/25 Yi:Ø12c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N1		
Dimensiones: 105 x 105 x 50		
Armados: Xi:Ø12c/25 Yi:Ø12c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 3 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.221 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 3.75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.165 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 3.75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.221 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Vuelco de la zapata:		
- En dirección X <sup>(1)</sup>		No procede
- En dirección Y <sup>(1)</sup>		No procede
<sup>(1)</sup> Sin momento de vuelco		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 0.73 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 1.57 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.00 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 0.00 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 713.55 t/m <sup>2</sup> Calculado: 2.35 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 50 cm	Cumple

Referencia: N1		
Dimensiones: 105 x 105 x 50		
Armados: Xi:Ø12c/25 Yi:Ø12c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N1:	Mínimo: 30 cm Calculado: 43 cm	Cumple
Cuántía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001	Cumple Cumple
Cuántía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0002 Mínimo: 0.0003	Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud mínima de las patillas: - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 12 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N32		
Dimensiones: 115 x 165 x 40		

Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 3 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.155 kp/cm <sup>2</sup> Máximo: 3.75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.134 kp/cm <sup>2</sup> Máximo: 3.75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.311 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: - En dirección X <sup>(1)</sup> - En dirección Y: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i> <sup>(1)</sup> Sin momento de vuelco	Reserva seguridad: 22.1 %	No procede Cumple
Flexión en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Momento: 0.14 t·m Momento: 0.81 t·m	Cumple Cumple
Cortante en la zapata: - En dirección X: - En dirección Y:	Cortante: 0.18 t Cortante: 1.41 t	Cumple Cumple
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 713.55 t/m <sup>2</sup> Calculado: 3.92 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N32:	Mínimo: 30 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0003	Cumple Cumple



Referencia: N32 Dimensiones: 115 x 165 x 40 Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 33 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 33 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 33 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas: - Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 12 cm Calculado: 12 cm	Cumple

Referencia: N32		
Dimensiones: 115 x 165 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 12 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N41		
Dimensiones: 115 x 165 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 3 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.154 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 3.75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.146 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 3.75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.308 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Vuelco de la zapata:		
- En dirección X <sup>(1)</sup>		No procede
- En dirección Y:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>	Reserva seguridad: 12.5 %	Cumple
<sup>(1)</sup> Sin momento de vuelco		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 0.14 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 0.87 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.16 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 1.61 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 713.55 t/m <sup>2</sup> Calculado: 3.34 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N41:	Mínimo: 30 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	

Referencia: N41 Dimensiones: 115 x 165 x 40 Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuántía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 23 cm Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 23 cm Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple

Referencia: N41		
Dimensiones: 115 x 165 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 23 cm Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 23 cm Calculado: 23 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 12 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N30		
Dimensiones: 115 x 165 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 3 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.155 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 3.75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.134 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 3.75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.311 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Vuelco de la zapata:		
- En dirección X <sup>(1)</sup>		No procede
- En dirección Y:  <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>	Reserva seguridad: 22.1 %	Cumple
<sup>(1)</sup> Sin momento de vuelco		
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 0.14 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 0.81 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.18 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 1.41 t	Cumple

Referencia: N30 Dimensiones: 115 x 165 x 40 Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Compresión oblicua en la zapata: - Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 713.55 t/m <sup>2</sup> Calculado: 3.92 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N30:	Mínimo: 30 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado superior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001 Calculado: 0.001	Cumple Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0001 Mínimo: 0.0003 Mínimo: 0.0002	Cumple Cumple Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i> - Parrilla inferior: - Parrilla superior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inferior dirección X: - Armado inferior dirección Y: - Armado superior dirección X: - Armado superior dirección Y:	Mínimo: 10 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple

Referencia: N30 Dimensiones: 115 x 165 x 40 Armados: Xi:Ø12c/30 Yi:Ø12c/30 Xs:Ø12c/30 Ys:Ø12c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i> - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado inf. dirección Y hacia arriba: - Armado inf. dirección Y hacia abajo: - Armado sup. dirección X hacia der: - Armado sup. dirección X hacia izq: - Armado sup. dirección Y hacia arriba: - Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm Mínimo: 15 cm Calculado: 33 cm Mínimo: 15 cm Calculado: 33 cm Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm Mínimo: 24 cm Calculado: 24 cm Mínimo: 15 cm Calculado: 33 cm Mínimo: 15 cm Calculado: 33 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple Cumple
Longitud mínima de las patillas: - Armado inf. dirección X hacia der: - Armado inf. dirección X hacia izq: - Armado sup. dirección X hacia der: - Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 12 cm Calculado: 12 cm Calculado: 12 cm Calculado: 12 cm Calculado: 12 cm	Cumple Cumple Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N8 Dimensiones: 135 x 205 x 45 Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i> - Tensión media en situaciones persistentes: - Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento: - Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 3 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.214 kp/cm <sup>2</sup> Máximo: 3.75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.316 kp/cm <sup>2</sup> Máximo: 3.75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.428 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple Cumple Cumple
Vuelco de la zapata: - En dirección X <sup>(1)</sup>		No procede

Referencia: N8		
Dimensiones: 135 x 205 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:  <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>  <i><sup>(1)</sup>Sin momento de vuelco</i>	Reserva seguridad: 50.4 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 0.30 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 1.51 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.34 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 2.02 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 713.55 t/m <sup>2</sup> Calculado: 5.68 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N8:	Mínimo: 30 cm Calculado: 38 cm	Cumple
Cuántía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuántía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 27 cm	Cumple

Referencia: N8		
Dimensiones: 135 x 205 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 46 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 46 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 46 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 46 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N13		
Dimensiones: 135 x 205 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 3 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.276 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 3.75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.352 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 3.75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.553 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Vuelco de la zapata:		
- En dirección X <sup>(1)</sup>		No procede



Referencia: N13 Dimensiones: 135 x 205 x 45 Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:  <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>  <sup>(1)</sup> <i>Sin momento de vuelco</i>	Reserva seguridad: 17.6 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 0.32 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 1.90 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.38 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 2.54 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:  <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 713.55 t/m <sup>2</sup> Calculado: 6.32 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo:  <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N13:	Mínimo: 35 cm Calculado: 38 cm	Cumple
Cuántía geométrica mínima:  <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuántía mínima necesaria por flexión:  <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0004	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:  <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras:  <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple

Referencia: N13		
Dimensiones: 135 x 205 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 46 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 46 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 46 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 46 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N18		
Dimensiones: 135 x 205 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 3 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.215 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 3.75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.318 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 3.75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.43 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Vuelco de la zapata:		
- En dirección X <sup>(1)</sup>		No procede

Referencia: N18		
Dimensiones: 135 x 205 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:  <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>  <i>(1) Sin momento de vuelco</i>	Reserva seguridad: 50.5 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 0.30 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 1.52 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.34 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 2.03 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 713.55 t/m <sup>2</sup> Calculado: 5.71 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N18:	Mínimo: 30 cm Calculado: 38 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001 Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>		
- Parrilla inferior:	Mínimo: 12 mm Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Máximo: 30 cm Calculado: 27 cm	Cumple

Referencia: N18		
Dimensiones: 135 x 205 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 46 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 46 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 46 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 46 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N6		
Dimensiones: 135 x 205 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 3 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.213 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 3.75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.316 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 3.75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.427 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Vuelco de la zapata:		
- En dirección X <sup>(1)</sup>		No procede

Referencia: N6 Dimensiones: 135 x 205 x 45 Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:  <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>  <sup>(1)</sup> <i>Sin momento de vuelco</i>	Reserva seguridad: 50.4 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 0.30 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 1.51 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.34 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 2.02 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:  <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 713.55 t/m <sup>2</sup> Calculado: 5.7 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo:  <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N6:	Mínimo: 30 cm Calculado: 38 cm	Cumple
Cuántía geométrica mínima:  <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuántía mínima necesaria por flexión:  <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:  <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras:  <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple

Referencia: N6		
Dimensiones: 135 x 205 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 46 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 46 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 46 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 46 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N11		
Dimensiones: 135 x 205 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 3 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.276 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 3.75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.352 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 3.75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.553 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Vuelco de la zapata:		
- En dirección X <sup>(1)</sup>		No procede

Referencia: N11 Dimensiones: 135 x 205 x 45 Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:  <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>  <sup>(1)</sup> <i>Sin momento de vuelco</i>	Reserva seguridad: 17.6 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 0.32 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 1.90 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.38 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 2.54 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:  <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 713.55 t/m <sup>2</sup> Calculado: 6.32 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo:  <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N11:	Mínimo: 35 cm Calculado: 38 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:  <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión:  <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0004	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:  <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras:  <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple

Referencia: N11		
Dimensiones: 135 x 205 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 46 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 46 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 46 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 46 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: N16		
Dimensiones: 135 x 205 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 3 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.212 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 3.75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.315 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 3.75 kp/cm <sup>2</sup> Calculado: 0.425 kp/cm <sup>2</sup>	Cumple
Vuelco de la zapata:		
- En dirección X <sup>(1)</sup>		No procede



Referencia: N16 Dimensiones: 135 x 205 x 45 Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:  <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>  <sup>(1)</sup> <i>Sin momento de vuelco</i>	Reserva seguridad: 50.4 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 0.30 t·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 1.50 t·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.34 t	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 2.00 t	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:  <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 713.55 t/m <sup>2</sup> Calculado: 5.68 t/m <sup>2</sup>	Cumple
Canto mínimo:  <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N16:	Mínimo: 30 cm Calculado: 38 cm	Cumple
Cuántía geométrica mínima:  <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuántía mínima necesaria por flexión:  <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras:  <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras:  <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple

Referencia: N16		
Dimensiones: 135 x 205 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 46 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 46 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 17 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 46 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 46 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

### 3.2.- Vigas

#### 3.2.1.- Descripción

Referencias	Geometría	Armado
VC.S-1.1 [N3-N8], VC.S-1.1 [N18-N23], VC.S-1.1 [N23-N28], VC.S-1.1 [N26-N21], VC.S-1.1 [N21-N16], VC.S-1.1 [N6-N1], VC.S-1.1 [N1-N32] y VC.S-1.1 [N30-N3]	Ancho: 40.0 cm Canto: 50.0 cm	Superior: 4 Ø16 Inferior: 4 Ø16 Piel: 1x2 Ø12 Estribos: 1xØ8c/20
VC.T-1 [N8-N13] y VC.T-1 [N16-N11]	Ancho: 40.0 cm Canto: 50.0 cm	Superior: 4 Ø16 Inferior: 3 Ø12 Piel: 1x2 Ø12 Estribos: 1xØ8c/30
VC.T-1 [N13-N18] y VC.T-1 [N11-N6]	Ancho: 40.0 cm Canto: 50.0 cm	Superior: 4 Ø16 Inferior: 3 Ø12 Piel: 1x2 Ø12 Estribos: 1xØ8c/30
C [N28-N40], C [N40-N26], C [N32-N41] y C [N41-N30]	Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2 Ø12 Inferior: 2 Ø12 Estribos: 1xØ6c/25

### 3.2.2.- Medición

Referencias: VC.S-1.1 [N3-N8], VC.S-1.1 [N18-N23], VC.S-1.1 [N23-N28], VC.S-1.1 [N26-N21], VC.S-1.1 [N21-N16], VC.S-1.1 [N6-N1], VC.S-1.1 [N1-N32] y VC.S-1.1 [N30-N3]		B 500 S, Ys=1.15			Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	Ø16	
Armado viga - Armado de piel	Longitud (m)		2x3.28		6.56
	Peso (kg)		2x2.91		5.82
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)			4x3.31	13.24
	Peso (kg)			4x5.22	20.90
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)			4x3.37	13.48
	Peso (kg)			4x5.32	21.28
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	10x1.53			15.30
	Peso (kg)	10x0.60			6.04
Totales	Longitud (m)	15.30	6.56	26.72	
	Peso (kg)	6.04	5.82	42.18	54.04
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	16.83	7.22	29.39	
	Peso (kg)	6.64	6.41	46.39	59.44

Referencias: VC.T-1 [N8-N13] y VC.T-1 [N16-N11]		B 500 S, Ys=1.15			Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	Ø16	
Armado viga - Armado de piel	Longitud (m)		2x3.26		6.52
	Peso (kg)		2x2.89		5.79
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		3x3.29		9.87
	Peso (kg)		3x2.92		8.76
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)			4x3.33	13.32
	Peso (kg)			4x5.26	21.02
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	7x1.53			10.71
	Peso (kg)	7x0.60			4.23
Totales	Longitud (m)	10.71	16.39	13.32	
	Peso (kg)	4.23	14.55	21.02	39.80
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	11.78	18.03	14.65	
	Peso (kg)	4.65	16.01	23.12	43.78

Referencias: VC.T-1 [N13-N18] y VC.T-1 [N11-N6]		B 500 S, Ys=1.15			Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	Ø16	
Armado viga - Armado de piel	Longitud (m)		2x3.26		6.52
	Peso (kg)		2x2.89		5.79
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		3x3.29		9.87
	Peso (kg)		3x2.92		8.76
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)			4x3.33	13.32
	Peso (kg)			4x5.26	21.02
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	7x1.53			10.71
	Peso (kg)	7x0.60			4.23
Totales	Longitud (m)	10.71	16.39	13.32	
	Peso (kg)	4.23	14.55	21.02	39.80
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	11.78	18.03	14.65	
	Peso (kg)	4.65	16.01	23.12	43.78

Referencias: C [N28-N40], C [N40-N26], C [N32-N41] y C [N41-N30]		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø6	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x2.30	4.60
	Peso (kg)		2x2.04	4.08
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x2.30	4.60
	Peso (kg)		2x2.04	4.08
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	5x1.30		6.50
	Peso (kg)	5x0.29		1.44

Referencias: C [N28-N40], C [N40-N26], C [N32-N41] y C [N41-N30]		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø6	Ø12	
Totales	Longitud (m)	6.50	9.20	
	Peso (kg)	1.44	8.16	9.60
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	7.15	10.12	
	Peso (kg)	1.58	8.98	10.56

Resumen de medición (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)					Hormigón (m³)	
	Ø6	Ø8	Ø12	Ø16	Total	HA-35, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: VC.S-1.1 [N3-N8], VC.S-1.1 [N18-N23], VC.S-1.1 [N23-N28], VC.S-1.1 [N26-N21], VC.S-1.1 [N21-N16], VC.S-1.1 [N6-N1], VC.S-1.1 [N1-N32] y VC.S-1.1 [N30-N3]		8x6.6 4	8x6.40	8x46.4 0	475.5 2	8x0.37	8x0.07
Referencias: VC.T-1 [N8-N13] y VC.T-1 [N16-N11]		2x4.6 5	2x16.0 1	2x23.1 2	87.56	2x0.36	2x0.07
Referencias: VC.T-1 [N13-N18] y VC.T-1 [N11-N6]		2x4.6 5	2x16.0 1	2x23.1 2	87.56	2x0.36	2x0.07
Referencias: C [N28-N40], C [N40-N26], C [N32-N41] y C [N41-N30]	4x1.5 8		4x8.98		42.24	4x0.14	4x0.03
Totales	6.32	71.72	151.16	463.68	692.8 8	4.98	0.98

### 3.2.3.- Comprobación

Referencia: VC.S-1.1 [N3-N8] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm -Armadura superior: 4 Ø16 -Armadura de piel: 1x2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø16 -Estribos: 1xØ8c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 19.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura de piel:	Calculado: 17 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Situaciones persistentes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple

Referencia: VC.S-1.1 [N3-N8] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm -Armadura superior: 4 Ø16 -Armadura de piel: 1x2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø16 -Estribos: 1xØ8c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura de piel:	Calculado: 17 cm	Cumple
Cuántía mínima para los estribos: - Situaciones persistentes: <i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1</i>	Mínimo: 3.93 cm <sup>2</sup> /m Calculado: 5.02 cm <sup>2</sup> /m	Cumple
Cuántía geométrica mínima armadura traccionada: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0028	
- Armadura inferior (Situaciones persistentes):	Calculado: 0.004	Cumple
- Armadura superior (Situaciones persistentes):	Calculado: 0.004	Cumple
Armadura mínima por cuántía mecánica de flexión compuesta: <i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>	Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup>	
- Armadura inferior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.53 cm <sup>2</sup>	Cumple
- Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.56 cm <sup>2</sup>	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: Situaciones persistentes:	Momento flector: 0.69 t·m Axil: ± -0.00 t Momento flector: -0.73 t·m Axil: ± -0.00 t	Cumple Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple

Referencia: VC.S-1.1 [N3-N8] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm -Armadura superior: 4 Ø16 -Armadura de piel: 1x2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø16 -Estribos: 1xØ8c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje de las barras de piel extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 0.29 t	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: VC.T-1 [N8-N13] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm -Armadura superior: 4 Ø16 -Armadura de piel: 1x2 Ø12 -Armadura inferior: 3 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior: - Armadura de piel:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 7.3 cm Calculado: 12.4 cm Calculado: 17.2 cm	Cumple Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior: - Armadura de piel:	Máximo: 30 cm Calculado: 7.3 cm Calculado: 12.4 cm Calculado: 17.2 cm	Cumple Cumple Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: - Armadura superior (Situaciones persistentes): <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0028 Calculado: 0.004	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: - Armadura superior (Situaciones persistentes): <i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 0.08 cm <sup>2</sup> Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup>	Cumple

Referencia: VC.T-1 [N8-N13] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm -Armadura superior: 4 Ø16 -Armadura de piel: 1x2 Ø12 -Armadura inferior: 3 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: - Situaciones persistentes:	Momento flector: -0.10 t·m Axil: ± -0.00 t	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: VC.T-1 [N13-N18] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm -Armadura superior: 4 Ø16 -Armadura de piel: 1x2 Ø12 -Armadura inferior: 3 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 7.3 cm Calculado: 12.4 cm	Cumple Cumple

Referencia: VC.T-1 [N13-N18] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm -Armadura superior: 4 Ø16 -Armadura de piel: 1x2 Ø12 -Armadura inferior: 3 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura de piel:	Calculado: 17.2 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior: - Armadura de piel:	Máximo: 30 cm Calculado: 7.3 cm Calculado: 12.4 cm Calculado: 17.2 cm	Cumple Cumple Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: - Armadura superior (Situaciones persistentes): <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0028 Calculado: 0.004	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: - Armadura superior (Situaciones persistentes): <i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 0.08 cm <sup>2</sup> Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup>	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: - Situaciones persistentes:	Momento flector: -0.10 t·m Axil: ± -0.00 t	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple



Referencia: VC.T-1 [N13-N18] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm -Armadura superior: 4 Ø16 -Armadura de piel: 1x2 Ø12 -Armadura inferior: 3 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje de las barras de piel extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: VC.S-1.1 [N18-N23] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm -Armadura superior: 4 Ø16 -Armadura de piel: 1x2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø16 -Estribos: 1xØ8c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 19.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior: - Armadura de piel:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 7.3 cm Calculado: 7.3 cm Calculado: 17 cm	Cumple Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Situaciones persistentes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior: - Armadura de piel:	Máximo: 30 cm Calculado: 7.3 cm Calculado: 7.3 cm Calculado: 17 cm	Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima para los estribos: - Situaciones persistentes: <i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1</i>	Mínimo: 3.93 cm <sup>2</sup> /m Calculado: 5.02 cm <sup>2</sup> /m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i> - Armadura inferior (Situaciones persistentes): - Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.0028 Calculado: 0.004 Calculado: 0.004	Cumple Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: <i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>	Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup>	

Referencia: VC.S-1.1 [N18-N23] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm -Armadura superior: 4 Ø16 -Armadura de piel: 1x2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø16 -Estribos: 1xØ8c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura inferior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.53 cm <sup>2</sup>	Cumple
- Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.56 cm <sup>2</sup>	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: Situaciones persistentes:	Momento flector: 0.69 t·m Axil: ± -0.00 t Momento flector: -0.73 t·m Axil: ± -0.00 t	Cumple Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 0.29 t	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: VC.S-1.1 [N23-N28] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm -Armadura superior: 4 Ø16 -Armadura de piel: 1x2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø16 -Estribos: 1xØ8c/20		
Comprobación	Valores	Estado

Referencia: VC.S-1.1 [N23-N28] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm -Armadura superior: 4 Ø16 -Armadura de piel: 1x2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø16 -Estribos: 1xØ8c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 19.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura de piel:	Calculado: 17 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Situaciones persistentes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura de piel:	Calculado: 17 cm	Cumple
Cuantía mínima para los estribos: - Situaciones persistentes: <i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1</i>	Mínimo: 3.93 cm <sup>2</sup> /m Calculado: 5.02 cm <sup>2</sup> /m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0028	
- Armadura inferior (Situaciones persistentes):	Calculado: 0.004	Cumple
- Armadura superior (Situaciones persistentes):	Calculado: 0.004	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: <i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>	Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup>	
- Armadura inferior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.03 cm <sup>2</sup>	Cumple
- Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.95 cm <sup>2</sup>	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: Situaciones persistentes:	Momento flector: 1.37 t·m Axil: ± -0.00 t Momento flector: -1.25 t·m Axil: ± -0.00 t	Cumple  Cumple

Referencia: VC.S-1.1 [N23-N28] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm -Armadura superior: 4 Ø16 -Armadura de piel: 1x2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø16 -Estribos: 1xØ8c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje barras superiores origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 0.55 t	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: C [N28-N40] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ6c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 6 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 24.4 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26.4 cm Calculado: 26.4 cm	Cumple Cumple



Referencia: C [N28-N40] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ6c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26.4 cm Calculado: 26.4 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: C [N40-N26] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ6c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 6 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 24.4 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26.4 cm Calculado: 26.4 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26.4 cm Calculado: 26.4 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: VC.S-1.1 [N26-N21] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm -Armadura superior: 4 Ø16 -Armadura de piel: 1x2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø16 -Estribos: 1xØ8c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple

Referencia: VC.S-1.1 [N26-N21] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm -Armadura superior: 4 Ø16 -Armadura de piel: 1x2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø16 -Estribos: 1xØ8c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 19.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior: - Armadura de piel:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 7.3 cm Calculado: 7.3 cm Calculado: 17 cm	Cumple Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Situaciones persistentes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior: - Armadura de piel:	Máximo: 30 cm Calculado: 7.3 cm Calculado: 7.3 cm Calculado: 17 cm	Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima para los estribos: - Situaciones persistentes: <i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1</i>	Mínimo: 3.93 cm <sup>2</sup> /m Calculado: 5.02 cm <sup>2</sup> /m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i> - Armadura inferior (Situaciones persistentes): - Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.0028 Calculado: 0.004 Calculado: 0.004	Cumple Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: <i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i> - Armadura inferior (Situaciones persistentes): - Armadura superior (Situaciones persistentes):	Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup> Mínimo: 1.03 cm <sup>2</sup> Mínimo: 0.95 cm <sup>2</sup>	Cumple Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: Situaciones persistentes:	Momento flector: 1.37 t·m Axil: ± -0.00 t Momento flector: -1.25 t·m Axil: ± -0.00 t	Cumple Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple

Referencia: VC.S-1.1 [N26-N21] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm -Armadura superior: 4 Ø16 -Armadura de piel: 1x2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø16 -Estribos: 1xØ8c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje barras inferiores origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 0.55 t	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: VC.S-1.1 [N21-N16] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm -Armadura superior: 4 Ø16 -Armadura de piel: 1x2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø16 -Estribos: 1xØ8c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 19.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior: - Armadura de piel:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 7.3 cm Calculado: 7.3 cm Calculado: 17 cm	Cumple Cumple Cumple

Referencia: VC.S-1.1 [N21-N16] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm -Armadura superior: 4 Ø16 -Armadura de piel: 1x2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø16 -Estribos: 1xØ8c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima estribos: - Situaciones persistentes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior: - Armadura de piel:	Máximo: 30 cm Calculado: 7.3 cm Calculado: 7.3 cm Calculado: 17 cm	Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima para los estribos: - Situaciones persistentes: <i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1</i>	Mínimo: 3.93 cm <sup>2</sup> /m Calculado: 5.02 cm <sup>2</sup> /m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i> - Armadura inferior (Situaciones persistentes): - Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.0028 Calculado: 0.004 Calculado: 0.004	Cumple Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: <i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i> - Armadura inferior (Situaciones persistentes): - Armadura superior (Situaciones persistentes):	Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup> Mínimo: 0.53 cm <sup>2</sup> Mínimo: 0.56 cm <sup>2</sup>	Cumple Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: Situaciones persistentes:	Momento flector: 0.69 t·m Axil: ± -0.00 t Momento flector: -0.73 t·m Axil: ± -0.00 t	Cumple Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple



Referencia: VC.S-1.1 [N21-N16] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm -Armadura superior: 4 Ø16 -Armadura de piel: 1x2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø16 -Estribos: 1xØ8c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 0.29 t	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: VC.T-1 [N16-N11] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm -Armadura superior: 4 Ø16 -Armadura de piel: 1x2 Ø12 -Armadura inferior: 3 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior: - Armadura de piel:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 7.3 cm Calculado: 12.4 cm Calculado: 17.2 cm	Cumple Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior: - Armadura de piel:	Máximo: 30 cm Calculado: 7.3 cm Calculado: 12.4 cm Calculado: 17.2 cm	Cumple Cumple Cumple

Referencia: VC.T-1 [N16-N11] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm -Armadura superior: 4 Ø16 -Armadura de piel: 1x2 Ø12 -Armadura inferior: 3 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: - Armadura superior (Situaciones persistentes): <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0028 Calculado: 0.004	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: - Armadura superior (Situaciones persistentes): <i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 0.08 cm <sup>2</sup> Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup>	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: - Situaciones persistentes:	Momento flector: -0.10 t·m Axil: ± -0.00 t	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: VC.T-1 [N11-N6] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm -Armadura superior: 4 Ø16 -Armadura de piel: 1x2 Ø12 -Armadura inferior: 3 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple

Referencia: VC.T-1 [N11-N6] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm -Armadura superior: 4 Ø16 -Armadura de piel: 1x2 Ø12 -Armadura inferior: 3 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior: - Armadura de piel:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 7.3 cm Calculado: 12.4 cm Calculado: 17.2 cm	Cumple Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior: - Armadura de piel:	Máximo: 30 cm Calculado: 7.3 cm Calculado: 12.4 cm Calculado: 17.2 cm	Cumple Cumple Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: - Armadura superior (Situaciones persistentes): <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0028 Calculado: 0.004	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: - Armadura superior (Situaciones persistentes): <i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 0.08 cm <sup>2</sup> Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup>	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: - Situaciones persistentes:	Momento flector: -0.10 t·m Axil: ± -0.00 t	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple

Referencia: VC.T-1 [N11-N6] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm -Armadura superior: 4 Ø16 -Armadura de piel: 1x2 Ø12 -Armadura inferior: 3 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: VC.S-1.1 [N6-N1] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm -Armadura superior: 4 Ø16 -Armadura de piel: 1x2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø16 -Estribos: 1xØ8c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 19.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior: - Armadura de piel:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 7.3 cm Calculado: 7.3 cm Calculado: 17 cm	Cumple Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Situaciones persistentes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior: - Armadura de piel:	Máximo: 30 cm Calculado: 7.3 cm Calculado: 7.3 cm Calculado: 17 cm	Cumple Cumple Cumple

Referencia: VC.S-1.1 [N6-N1] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm -Armadura superior: 4 Ø16 -Armadura de piel: 1x2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø16 -Estribos: 1xØ8c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Cuantía mínima para los estribos: - Situaciones persistentes: <i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1</i>	Mínimo: 3.93 cm <sup>2</sup> /m Calculado: 5.02 cm <sup>2</sup> /m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i> - Armadura inferior (Situaciones persistentes): - Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.0028 Calculado: 0.004 Calculado: 0.004	Cumple Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: <i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i> - Armadura inferior (Situaciones persistentes): - Armadura superior (Situaciones persistentes):	Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup> Mínimo: 0.53 cm <sup>2</sup> Mínimo: 0.56 cm <sup>2</sup>	Cumple Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: Situaciones persistentes:	Momento flector: 0.69 t·m Axil: ± -0.00 t Momento flector: -0.73 t·m Axil: ± -0.00 t	Cumple Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple

Referencia: VC.S-1.1 [N6-N1] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm -Armadura superior: 4 Ø16 -Armadura de piel: 1x2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø16 -Estribos: 1xØ8c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 0.29 t	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: VC.S-1.1 [N1-N32] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm -Armadura superior: 4 Ø16 -Armadura de piel: 1x2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø16 -Estribos: 1xØ8c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 19.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura de piel:	Calculado: 17 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Situaciones persistentes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura de piel:	Calculado: 17 cm	Cumple
Cuantía mínima para los estribos: - Situaciones persistentes: <i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1</i>	Mínimo: 3.93 cm <sup>2</sup> /m Calculado: 5.02 cm <sup>2</sup> /m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0028	
- Armadura inferior (Situaciones persistentes):	Calculado: 0.004	Cumple
- Armadura superior (Situaciones persistentes):	Calculado: 0.004	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: <i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>	Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup>	

Referencia: VC.S-1.1 [N1-N32] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm -Armadura superior: 4 Ø16 -Armadura de piel: 1x2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø16 -Estribos: 1xØ8c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura inferior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.04 cm <sup>2</sup>	Cumple
- Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.95 cm <sup>2</sup>	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: Situaciones persistentes:	Momento flector: 1.37 t·m Axil: ± -0.00 t Momento flector: -1.25 t·m Axil: ± -0.00 t	Cumple Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 0.55 t	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: C [N32-N41] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ6c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 6 mm	Cumple

Referencia: C [N32-N41] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ6c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 24.4 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26.4 cm Calculado: 26.4 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26.4 cm Calculado: 26.4 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: C [N41-N30] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ6c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 6 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 24.4 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26.4 cm Calculado: 26.4 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26.4 cm Calculado: 26.4 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		



Referencia: VC.S-1.1 [N30-N3] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm -Armadura superior: 4 Ø16 -Armadura de piel: 1x2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø16 -Estribos: 1xØ8c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 19.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura de piel:	Calculado: 17 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Situaciones persistentes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 7.3 cm	Cumple
- Armadura de piel:	Calculado: 17 cm	Cumple
Cuantía mínima para los estribos: - Situaciones persistentes: <i>Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1</i>	Mínimo: 3.93 cm <sup>2</sup> /m Calculado: 5.02 cm <sup>2</sup> /m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: <i>Norma EHE-08. Artículo 42.3.5</i>	Mínimo: 0.0028	
- Armadura inferior (Situaciones persistentes):	Calculado: 0.004	Cumple
- Armadura superior (Situaciones persistentes):	Calculado: 0.004	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: <i>Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)</i>	Calculado: 8.04 cm <sup>2</sup>	
- Armadura inferior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.04 cm <sup>2</sup>	Cumple
- Armadura superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.95 cm <sup>2</sup>	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: Situaciones persistentes:	Momento flector: 1.37 t·m Axil: ± -0.00 t Momento flector: -1.25 t·m Axil: ± -0.00 t	Cumple  Cumple

Referencia: VC.S-1.1 [N30-N3] (Viga centradora) -Dimensiones: 40.0 cm x 50.0 cm -Armadura superior: 4 Ø16 -Armadura de piel: 1x2 Ø12 -Armadura inferior: 4 Ø16 -Estribos: 1xØ8c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje barras superiores origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel origen: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 19 cm Calculado: 19 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 16 cm Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel extremo: - Situaciones persistentes: <i>El anclaje se realiza a partir del eje de los pilares</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 0.55 t	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

## ANEJO IV. MAQUINARIA

## Índice

1.	Introducción .....	2
2.	Calderas.....	2
3.	Bombas de impulsión.....	7
4.	Tuberías.....	7
5.	Intercambiadores de placas .....	11

## 1. Introducción

En el presente anejo se detallan las especificaciones técnicas de los elementos seleccionados para la red de calor.

## 2. Calderas

Como se indicó en el “Anejo II, cálculo de la red” las calderas seleccionadas son los modelos VITOMAX 200LW de la marca Viessmann o similar (Figura 1). Se trata de una caldera pirotubular para la producción de agua caliente con temperaturas de impulsión admitidas de hasta 110°C, de construcción monoblock y configuración horizontal diseñada según las indicaciones del código de diseño TRD (Technisches Regelwerk Dampfergeräte). La caldera tiene homologación CE-0035 conforme a la Directiva de equipos a presión.

Las características estructurales de las calderas se diseñan mediante modernas técnicas de cálculo por elementos finitos y diseño asistido por ordenador. Esto confiere una robusta construcción y permite dar a las calderas una alta seguridad de funcionamiento y una larga vida útil.

Los materiales utilizados para la construcción del cuerpo a presión pasan los controles de calidad especificados en la norma DIN 17155.

Como método de unión permanente de las diferentes partes sometidas a presión se emplea la soldadura eléctrica por arco realizada bajo atmósfera de gas inerte y comprobándose posteriormente éstas mediante ensayos no destructivos. Posteriormente se somete al generador a una prueba de presión superior a los valores marcados por la legislación vigente, prueba certificada por un Organismo Notificado. Todo ello cumpliendo con la normativa de fabricación DIN ISO 9001/2000 (registro del certificado 6470/QM/06.2003).



*Figura 1. VITOMAX 200LW*

La caldera dispone de una gran superficie de calefacción (Figura 2), repartida en tres pasos de humos reales, mediante los cuales se logra un alto rendimiento instantáneo (de 92% a 95,5%) y cumplir con la restrictiva norma alemana TALUFT para la prevención de la contaminación atmosférica y reducción de los niveles de óxido de nitrógeno (NOx). Estos tres pasos de humos están constituidos por:

- Un primer paso formado por una cámara de combustión de geometría lisa u ondulada, según modelo, ampliamente diseñada para poseer una baja carga térmica ( $\approx 1,3 \text{ MW/m}^3$ ) con el fin de reducir el nivel de NOx y absorber las sollicitaciones derivadas de la dilatación térmica.
- Un segundo paso cuya función es conducir los humos de combustión desde la cámara trasera del hogar hasta la cámara delantera de humos.
- Un tercer paso lo forma un haz tubular mediante el cual se hace circular los humos desde la cámara anterior hasta la cámara posterior de evacuación de los humos a la atmósfera. Cabe mencionar la amplia distancia entre dichos tubos, superando las exigencias mínimas de la FDBR en la directiva M KH 4, incrementando de esta forma la transmisión de calor al agua de la caldera.



*Figura 2. Superficie de intercambio*

Todas las calderas VITOMAX cumplen con la normativa el Real Decreto 1042/2017, de 22 de diciembre, sobre la limitación de las emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de las instalaciones de combustión medianas y por el que se actualiza el anexo IV de la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.

Gracias a un estudiado diseño de la caldera, ésta no precisa caudal mínimo de recirculación. Las amplias distancias entre tubos y la gran capacidad de agua proporcionan una segura conducción del calor, simplificando la integración hidráulica.

Con el fin de reducir las pérdidas de energía térmica por transmisión (radiación y convección), el cuerpo del generador está aislado térmicamente con fibra de vidrio de alta densidad y 100 mm de espesor y protegida exteriormente mediante una envolvente metálica en chapa de acero totalmente lacada en un color denominado Vitosilver. El aislamiento en la parte frontal es de una fibra cerámica de baja conductividad térmica denominada Kadur (cuyo desarrollo y patente pertenecen a la firma VIESSMANN). La utilización de cámaras húmedas frontales, completamente bañadas y refrigeradas por el agua contenida en el generador reducen, a su vez, las pérdidas energéticas por radiación.

La caldera está dotada de una serie de elementos que posibilitan las labores de mantenimiento e inspección de una forma segura y fácil, tales elementos son los siguientes: mirilla de inspección de la cámara de combustión refrigerada por aire, cubierta en su parte superior transitable, amplias puertas de limpieza atornilladas en la parte frontal de cierre estanco y varias bocas de registro todas ellas de acuerdo con la norma VdTÜV 451-85/1.

Se ha seleccionado una caldera VITOMAX 200 LW DE 2,8MW de potencia, presión máxima admisible de 6 bar y con unos opcionales incluidos como pueden ser el economizador integrado para gas natural, el cabezal de combustión refrigerado por agua y la cubierta transitable. También incluye valvulería manual para corte impulsión, corte retorno, llenado y muestreo y vaciado.

Las conexiones con los accesorios y el resto de la instalación se realizarán mediante conexiones con o sin brida según DIN 2634/2635. Todo el conjunto descansa sobre una bancada de acero y soportes antivibratorios (éstos últimos opcionales).

Para un funcionamiento fiable y rentable de una instalación de calefacción, VIESSMANN ofrece mediante el sistema de regulación digital VITOTRONIC (Figura 3). Este sistema es apto para la comunicación e integración completa en el sistema de automatización de edificios inteligentes, mediante el protocolo de comunicación estandarizado BUS LON (cuyo suministro es opcional).

Abarcando todas las aplicaciones y estrategias de regulación conocidas, pues está desarrollado para satisfacer cualquier necesidad.

**Indicaciones en la pantalla de inicio**



*Fig. 1*

- (A) Línea de menús
- (B) Gama de funciones
- (C) Área de navegación

*Figura 3. Pantalla de regulación*

Con la caldera se suministra la regulación electrónica tipo VITOTRONIC 100 (modelo CC1) para funcionamiento a temperatura constante como caldera individual o regulación básica en instalaciones con regulación externa de jerarquía superior.

El equipo de combustión está formado por un quemador automático de la firma MONARCH-WEISHAUPT BAJO NO<sub>x</sub>, con regulación del aporte calorífico de tipo MODULANTE, con las características siguientes (Tabla 1). Es importante remarcar el quemador modulante ya que gracias a esto se evita la instalación de un depósito de inercia en la red, debido a que él mismo regula la intensidad de llama en función de la temperatura de retorno.



*Tabla 1. Especificaciones del equipo de combustión*

Modelo	WM-G30/2-A/ZM - 3LN
Construcción	Monobloc
Combustible	Gas natural
Potencia máxima (kW)	3.000
Potencia mínima (kW)	500
Presión de alimentación (mbar)	150
Cuadro eléctrico	Mural
Motoventilador	Incorporado
Programador	WF-M 200
Variador Velocidad	Incluido
Regulación de O <sub>2</sub>	No Incluido
Integración G.T.C	modbus
Reducción NO <sub>x</sub>	3LN
Rampa de alimentación R2'	Llave de corte, filtro, regulador, grupo doble de electroválvulas y control de estanqueidad
Anillo de combustible líquido	Excluido
Altitud máxima aprox. (msnm)	500

Además, como opcional, se ha incluido la refrigeración por agua en el área de la cabeza de quemador mediante circulación natural del agua dentro de la caldera. Con esta refrigeración, además de disminuir la generación de NO<sub>x</sub>, se evita tener que colocar y renovar cualquier otro material (ejm: refractario) en la parte frontal de la caldera. Teniendo en cuenta que dicho material refractario hay que sustituirlo aproximadamente

cada 5 años, con las calderas VITOMAX, al no tener que sustituirlo, reducimos costes futuros de mantenimiento y aumentamos los tiempos de operatividad de la caldera.

### 3. Bombas de impulsión

La bomba a utilizar será una bomba Wilo – CronoNorm – NLG utilizada en el campo de la calefacción, climatización, refrigeración y abastecimiento de agua.

Se trata de una bomba centrífuga de baja presión de una etapa con aspiración axial, según ISO 5199 montada sobre una placa base que puede transportar un caudal máximo de 2.800 m<sup>3</sup>/h y una altura de impulsión máxima de 140m. La temperatura del fluido puede oscilar entre -20°C y 120°C, la alimentación eléctrica es trifásica, y la presión de trabajo máxima es de 16 bares.

Entre las ventajas de esta bomba se encuentran los costes del ciclo de vida útil reducidos gracias a un nivel de eficiencia optimizado, cierre mecánico independiente del sentido de giro, anillo de desgaste intercambiable y rodamiento de bolas con dimensiones generosas permanentemente lubricados.

A continuación, se detalla una imagen del equipo (Figura 4):



*Figura 4. Bomba Wilo CronoNorm NLG*

### 4. Tuberías

La empresa REHAU, cuenta con muchos años de experiencia en el ámbito del District Heating, por lo que se entiende que es una apuesta segura elegir sus componentes.

Los tubos seleccionados pertenecen a la gama RAUTHERMEX, cuyas propiedades de aislamiento térmico gracias a la espuma de poliuretano y la cubierta exterior corrugada reduce significativamente las pérdidas de calor durante el transporte sin perder flexibilidad.

Entre las características más importantes a destacar:

- Máximo aislamiento térmico dentro de su clase gracias a la tecnología de proceso especial, a la espuma de PU de poro cerrado y al espesor adicional de aislamiento.
- Largos de bobina de hasta 570m.
- No son necesarios cojines de dilatación ni liras para su colocación.
- Gran durabilidad.

En la imagen (Figura 5) se puede observar el sistema de tubo RAUTHERMEX UNO Y RAUTHERMEX DUO.



Figura 5. Sistema RAUTHERMEX UNO Y DUO

Los datos técnicos del tubo interno están reflejados en la siguiente tabla (Tabla 2)

Tabla 2. Datos técnicos tubo interno

Denominación	Valor	Norma
Densidad $\rho$	0,94 g/cm <sup>3</sup>	ISO 1183
Coef. medio de dilatación térmica lineal (0 °C - 70 °C)	$1,5 \cdot 10^{-4} /K$	—
Conductividad térmica $\lambda$	0,35 W/m-K	Basado en la ASTM C 1113
Módulo elástico E a 20°C	600 N/mm <sup>2</sup>	ISO 527
Módulo elástico E a 80 °C	200 N/mm <sup>2</sup>	ISO 527
Resistencia por unidad de superficie	1012 $\Omega$	—
Clase de material de construcción	B2 (inflamabilidad normal)	DIN 4102
Rugosidad de la superficie k	0,007 mm	—
Estanqueidad a la difusión oxígeno	a 40 °C 0,16 mg/(m <sup>3</sup> ·d) a 80 °C 1,8 mg/(m <sup>3</sup> ·d)	DIN 4726

Por su parte, los datos técnicos del aislante del tubo se recogen en la tabla 3:

Tabla 3. Datos técnicos aislante

Característica		Agente de soplado Pentano	Propelente CO <sub>2</sub>	Norma
Conductividad térmica $\lambda_{50, inicial}$	W/m-K	$\leq 0,0216$ (0,0260 para sistemas rígidos)	$\leq 0,0234$	EN 15632
GWP (Potencial de calentamiento global)		0,5	1	
ODP (Potencial de agotamiento del ozono)		0	0	
Densidad $\rho$	kg/m <sup>3</sup>	> 50	> 50	EN 253
Resistencia a la presión	Mpa	0,2	0,3	
Absorción de agua	%	$\leq 10$	$\leq 10$	EN 15632-1
Resistencia axial al cizallamiento	kPa	$\geq 90$	—	EN 15632-2
Clase de material de construcción		B2 (inflamabilidad normal)	B2 (inflamabilidad normal)	DIN 4102

Los tubos RAUTHERMEX llevan una cubierta exterior corrugada para mejorar las propiedades de resistencia estática incrementando la flexibilidad y haciendo posibles radios de curvaturas más pequeños. El material empleado es PE-LLD y sus datos se recogen en la tabla 4.

Tabla 4. Datos técnicos cubierta exterior

Denominación	Valor	Norma
Conductividad térmica $\lambda$	0,33 W/m-K	DIN 52612
Punto de fusión cristalina	122 °C	ISO 11357-3
Densidad $\rho$	0,92 g/cm <sup>3</sup>	ISO 1183
Módulo elástico E	325 N/mm <sup>2</sup>	—
Clase de material de construcción	B2 (inflamabilidad normal)	DIN 4102

En la tabla 5 se adjuntan las dimensiones y características de los diferentes modelos de tubería, tanto UNO como DUO disponibles comercialmente.

Tabla 5. Modelos de tuberías

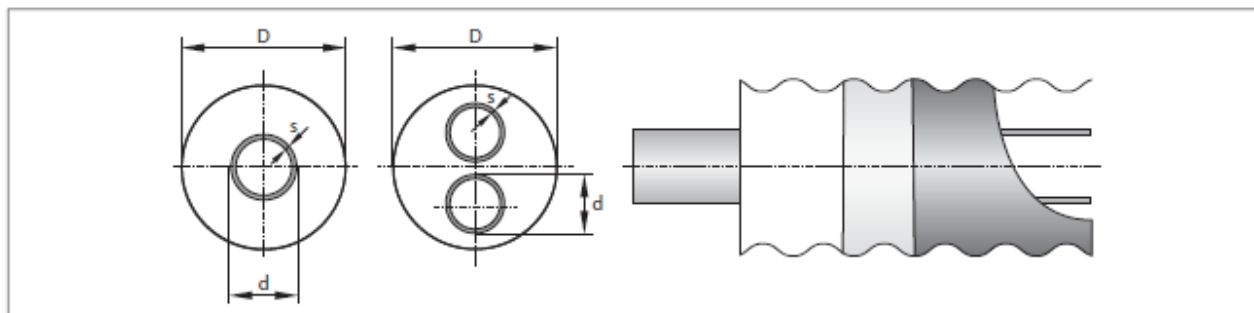


Fig. 3-10 Vista en sección RAUTHERMEX

Modelo	d [mm]	s [mm]	D <sup>2)</sup> [mm]	Volumen tubo intemo [l/m]	Peso [kg/m]	Longitud máx. de la bobina		Valor U [W/m·K]
						2,8 m x 0,8 m [m]	2,8 m x 1,2 m [m]	
UNO 20/76	20	1,9	78	0,206	0,79	520	780	0,096
UNO 25/91	25	2,3	93	0,327	1,28	370	570	0,099
UNO 32/91	32	2,9	93	0,539	1,38	370	570	0,121
UNO 32/111 <sup>1)</sup>	32	2,9	113	0,539	1,69	275	400	0,103
UNO 40/91	40	3,7	93	0,835	1,48	370	570	0,151
UNO 40/126 <sup>1)</sup>	40	3,7	128	0,835	2,18	195	305	0,111
UNO 50/111	50	4,6	113	1,307	2,11	275	400	0,155
UNO 50/126 <sup>1)</sup>	50	4,6	128	1,307	2,64	195	305	0,136
UNO 63/126	63	5,8	128	2,075	2,86	195	305	0,177
UNO 63/142 <sup>1)</sup>	63	5,8	144	2,075	3,49	140	225	0,154
UNO 75/162	75	6,8	164	2,961	4,37	95	150	0,162
UNO 90/162	90	8,2	164	4,254	5,02	95	150	0,206
UNO 90/182 <sup>1)</sup>	90	8,2	185	4,254	5,61	52	86	0,175
UNO 110/162	110	10	164	6,362	5,78	95	150	0,296
UNO 110/182 <sup>1)</sup>	110	10	185	6,362	6,64	52	86	0,236
UNO 125/182	125	11,4	185	8,203	7,20	52	86	0,303
UNO 140/202	140	12,7	206	10,315	8,38	46	75	0,308
UNO 160/250	160	14,6	257	13,437	14,17	12 m en barras	—	0,303
DUO 20 + 20/111	20	1,9	113	2 x 0,206	1,50	275	400	0,116
DUO 25 + 25/111	25	2,3	113	2 x 0,327	1,85	275	400	0,139
DUO 32 + 32/111	32	2,9	113	2 x 0,539	2,11	275	400	0,183
DUO 32 + 32/126 <sup>1)</sup>	32	2,9	128	2 x 0,539	2,50	195	305	0,157
DUO 40 + 40/126	40	3,7	128	2 x 0,835	2,75	195	305	0,211
DUO 40 + 40/142 <sup>1)</sup>	40	3,7	144	2 x 0,835	3,32	140	225	0,174
DUO 50 + 50/162	50	4,6	164	2 x 1,307	4,25	95	150	0,195
DUO 50 + 50/182 <sup>1)</sup>	50	4,6	185	2 x 1,307	4,90	52	86	0,166
DUO 63 + 63/182	63	5,8	185	2 x 2,075	5,45	52	86	0,238
DUO 63 + 63/202 <sup>1)</sup>	63	5,8	206	2 x 2,075	5,90	46	75	0,208

Tab. 2.6 Dimensiones RAUTHERMEX Q10 11

Los puntos de conexión enterrados, T y L (Figura 6) se deberán aislar externamente y sellar con una calidad de estanqueización equivalente a la de los tubos, para ello, la marca posee unos manguitos con clips que constan de dos medias cañas que se posicionan sobre la unión del tubo interior y simplemente se juntan a presión por medio de unos cierres aplicando el principio de la palanca articulada.

La estanqueidad se obtiene con ayuda de un sistema de junta anular, posteriormente se utiliza espuma bicomponente de PU de alta calidad.



Figura 6. Unión de los manguitos con clips

## 5. Intercambiadores de placas

Se ha optado por la utilización de intercambiadores de placas desmontables Lapesa cuyo chasis es de acero al carbono. En la tabla 6 se adjuntan las características.

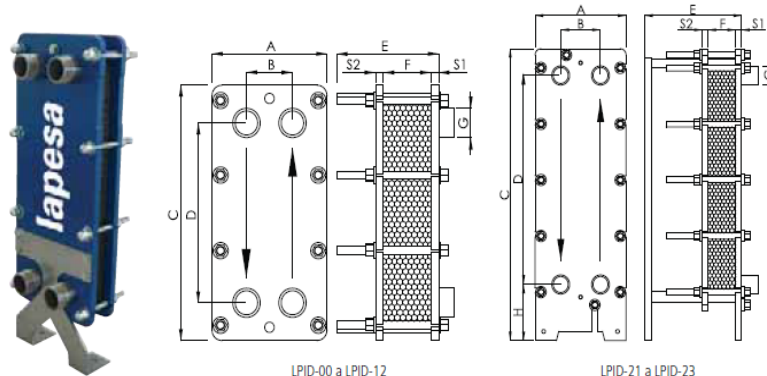
Tabla 6. Intercambiadores Lapesa

INTERCAMBIADORES DE PLACAS DESMONTABLES		Ref.	Nº de placas	Caudal (l/h) 50°C	Potencia (kW) <sup>(3)</sup>	Pérdidas de carga m.c.a.	A x C x F mm	E(max) mm	B mm	D mm	H mm	G mm
Temperatura máx. de trabajo	110°C	LPID-00	5	1.000	48	< 3	204 x 490 x 13,25	290	86	381	-	1-1/4"
Presión máx. de trabajo	10 bar	LPID-01	7	1.300	60	< 3	204 x 490 x 18,55	290	86	381	-	1-1/4"
Aplicaciones	Líquido/Líquido	LPID-02	11	2.600	120	< 3	204 x 490 x 29,15	290	86	381	-	1-1/4"
Chasis	Acero carbono	LPID-03	13	3.200	148	< 3	204 x 490 x 34,45	290	86	381	-	1-1/4"
Placas	AISI 316	LPID-04	17	4.200	195	< 3	204 x 490 x 45,05	290	86	381	-	1-1/4"
Conexiones	AISI 316	LPID-05	21	5.200	240	< 3	204 x 490 x 55,65	290	86	381	-	1-1/4"
Juntas	EPDM	LPID-07	27	6.600	305	< 3	204 x 490 x 71,55	290	86	381	-	1-1/4"
Complemento	Aislamiento térmico Pie soporte <sup>(4)</sup>	LPID-10	37	8.600	400	< 3	204 x 490 x 98,05	290	86	381	-	1-1/4"
		LPID-12	45	10.000	465	< 3	204 x 490 x 119,25	290	86	381	-	1-1/4"
		LPID-21	23	15.700	725	< 3	312 x 963 x 80,5	960	140	690	185	2"
		LPID-22	29	20.500	950	< 3	312 x 963 x 101,5	960	140	690	185	2"
		LPID-23	35	25.000	1155	< 3	312 x 963 x 122,5	960	140	690	185	2"

(3) Potencia definida según: Primario 90/60°C y secundario 10/50°C.

(4) Para modelos LPID-00 a LPID-12.

Opcional: otras presiones, temperaturas o fluidos.  
Chasis y placas en AISI-304, 316 y titanio.



Se adjunta también la tabla (Tabla 7) de intercambiadores seleccionados para cada edificio en función de la anterior potencia instalada.

*Tabla 7. Intercambiadores seleccionados*

Edificio	Potencia instalada	Rendimiento	Intercambiador seleccionado	Nº de intercambiadores
<b>Ciencias</b>	1.395,4 kW	92%	LPID – 21	2 x 725kW
<b>Caminos (Aulas)</b>	700,0 kW	98%	LPID – 10	2 x 400kW
<b>Caminos (Laboratorios)</b>	976,8 kW	90%	LPID - 21 + LPID – 10	725kW + 400kW
<b>Ing. Teleco.</b>	480,0 kW	92%	LPID - 07	2 x 305kW
<b>ETS Industriales</b>	2.025,0 kW	92%	LPID - 23	2 x 1.155kW
<b>Derecho/Económicas</b>	1.860,4 kW	92%	LPID – 22	2 x 950kW
<b>Interfacultativo</b>	1058,0 kW	98%	LPID – 21	2 x 725kW
<b>Filología</b>	220,0 kW	92%	LPID – 02	2 x 120kW
<b>IFCA</b>	302,3 kW	80%	LPID – 04	2 x 195kW
<b>Polideportivo</b>	700,0 kW	98%	LPID – 10	2 x 400kW
<b>Pabellón de Gobierno</b>	332,0 kW	97,5%	LPID - 04	2 x 195kW

PLANOS



## Índice de Planos

### 1. SITUACIÓN

1.1. Situación 1

1.2. Situación 2

1.3. Situación 3

### 2. RED DE TUBERÍAS

2.1. Cotas 1

2.2. Cotas 2

2.3. Cotas 3

2.4. Secciones 1

2.5. Secciones 2

2.6. Secciones 3

2.7. Esquema hidráulico

### 3. NAVE INDUSTRIAL PARA LA MAQUINARIA

3.1. Nave 1

3.2. Nave 2

3.3. Cimentación 1

3.4. Cimentación 2

3.5. Cimentación 3

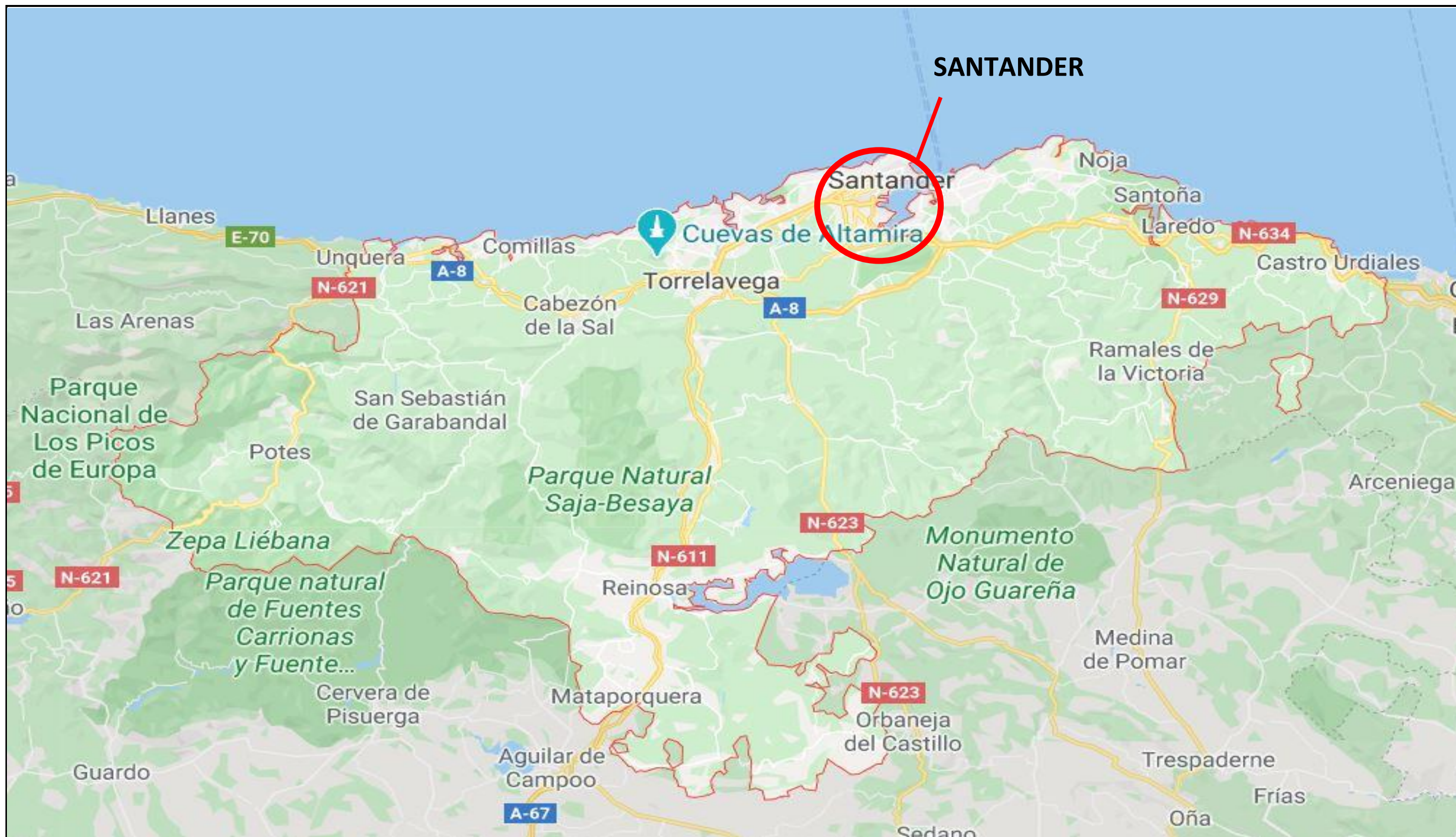
3.6. Cimentación 4


3.7. Uniones 1

3.8. Uniones 2

3.9. Uniones 3


3.10. Uniones 4



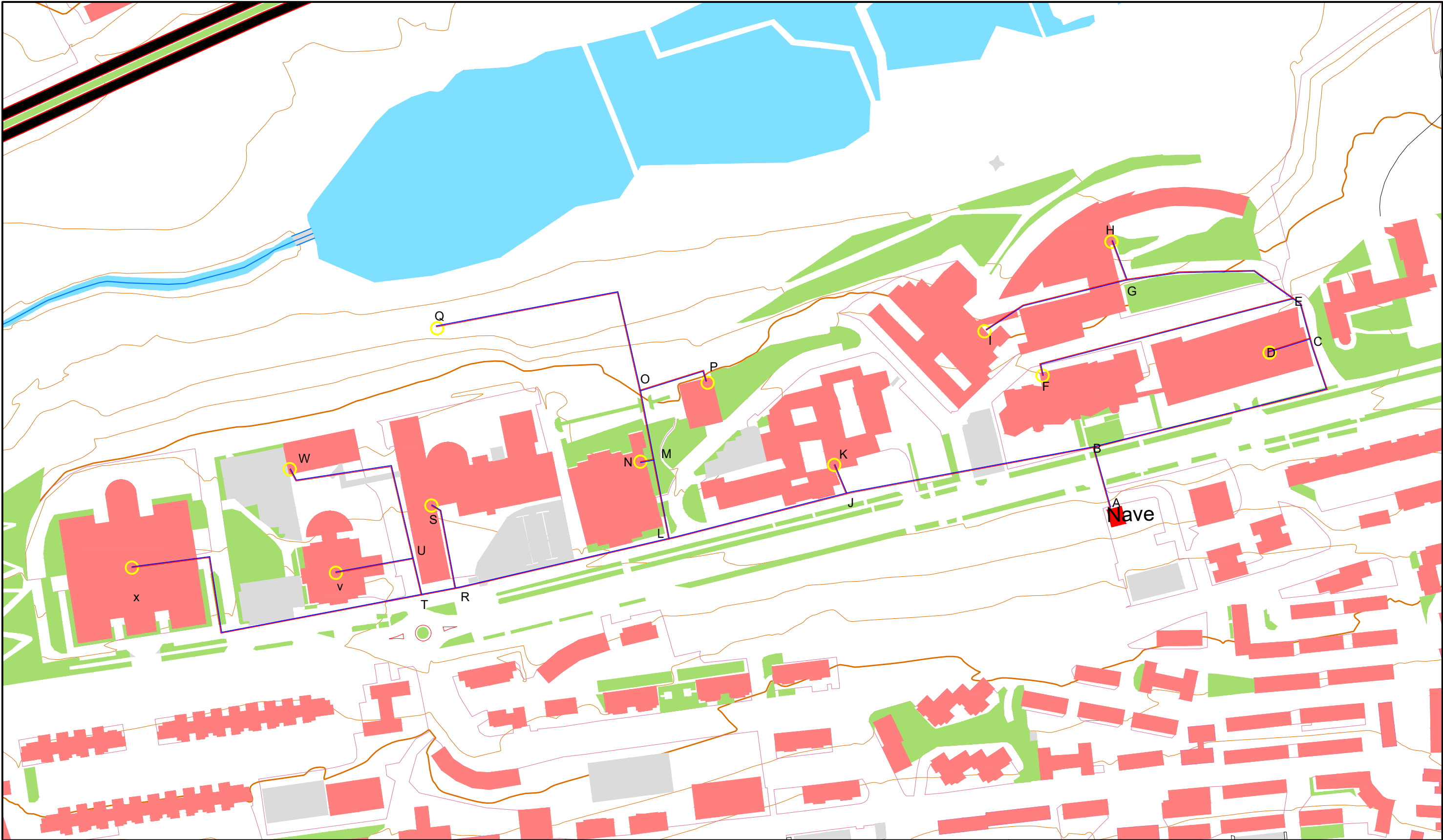
	Proyecto Dimensionamiento de una red de calor en el Campus de Las Llamas para la Universidad de Cantabria			Plano  Situación Cantabria	Autor  Víctor Manuel Fernández Fernández	
Fecha Julio 2020	Escala	Unidades	Escuela Técnica Superior de Caminos Canales y Puertos de la Universidad de Cantabria			Nº de plano Situación 1




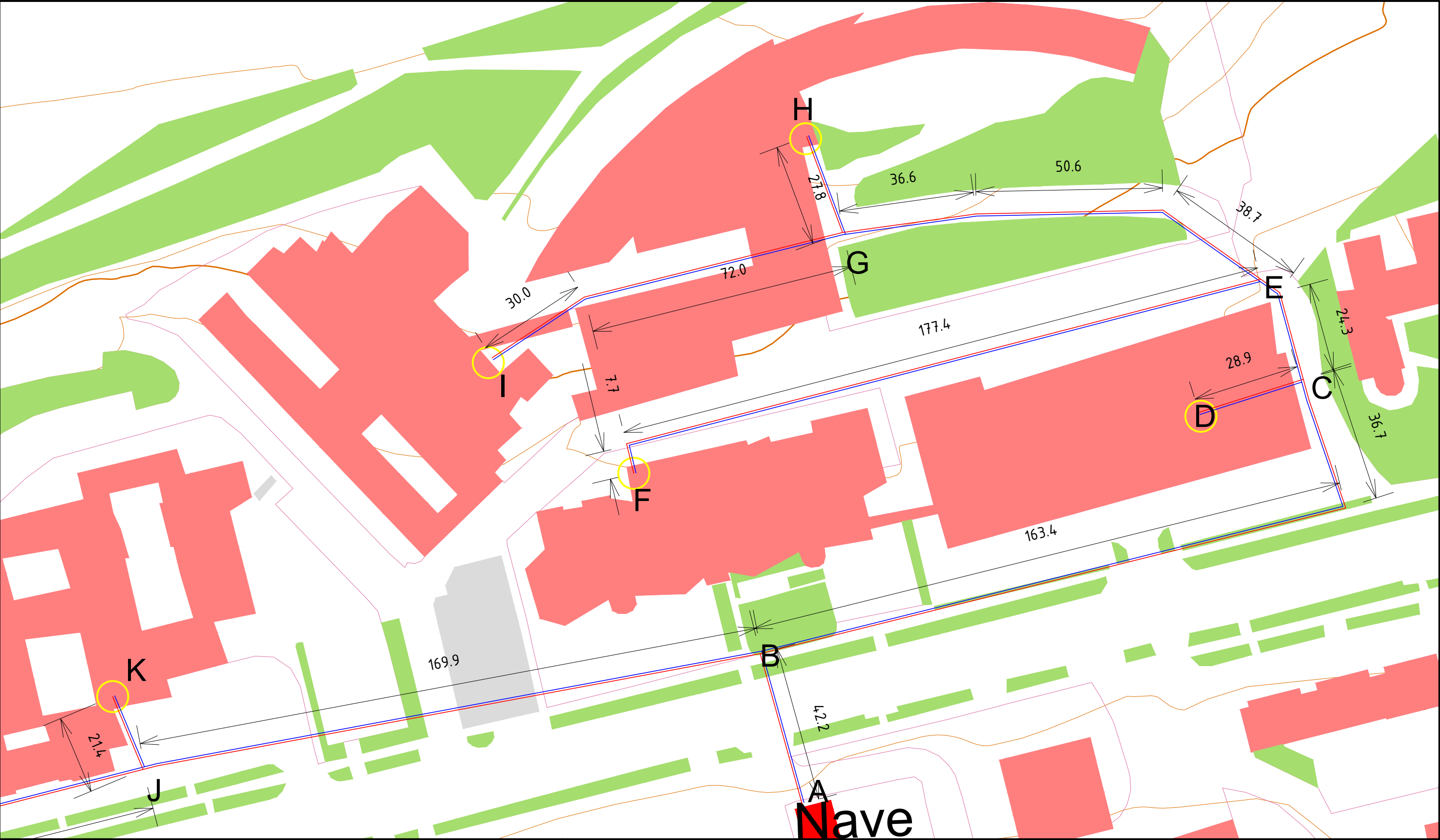



	Proyecto Dimensionamiento de una red de calor en el Campus de Las Llamas para la Universidad de Cantabria			Plano Situación Santander	Autor Víctor Manuel Fernández Fernández	
Fecha Julio 2020	Escala	Unidades	Escuela Técnica Superior de Caminos Canales y Puertos de la Universidad de Cantabria			Nº de plano Situación 2

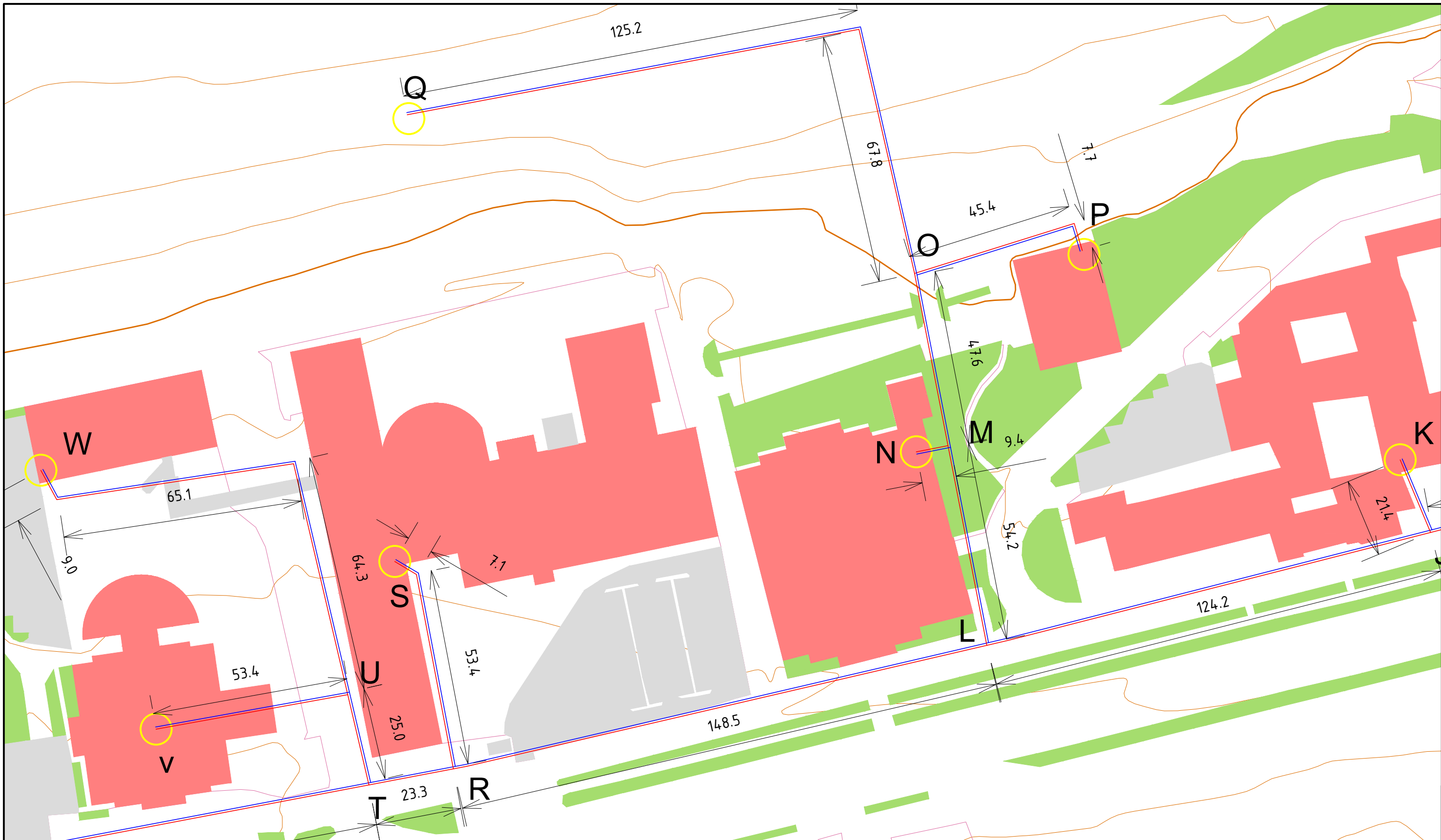





	Proyecto			Plano		Autor	
	Diimensionamiento de una red de calor en el Campus de Las Llamas para la Universidad de Cantabria			Situación de la red en el Campus de Las Llamas		Víctor Manuel Fernández Fernández	
Fecha	Escala	Unidades	Escuela Técnica Superior de Caminos Canales y Puertos de la Universidad de Cantabria				Nº de plano
Julio 2020	1 : 2.500						Situación 3




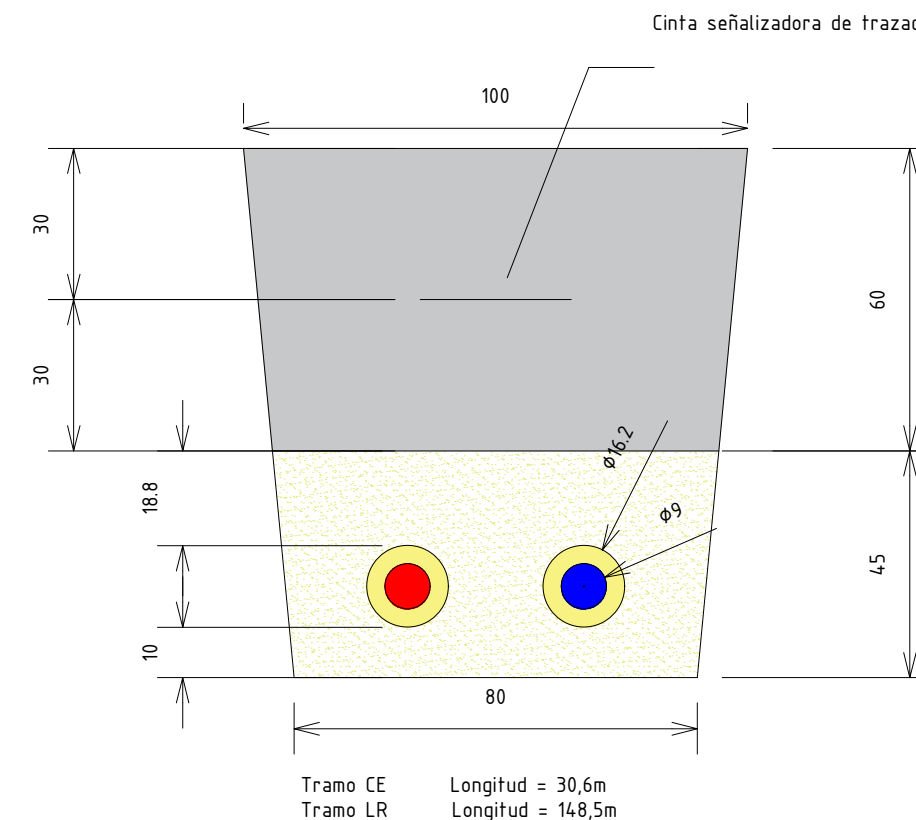
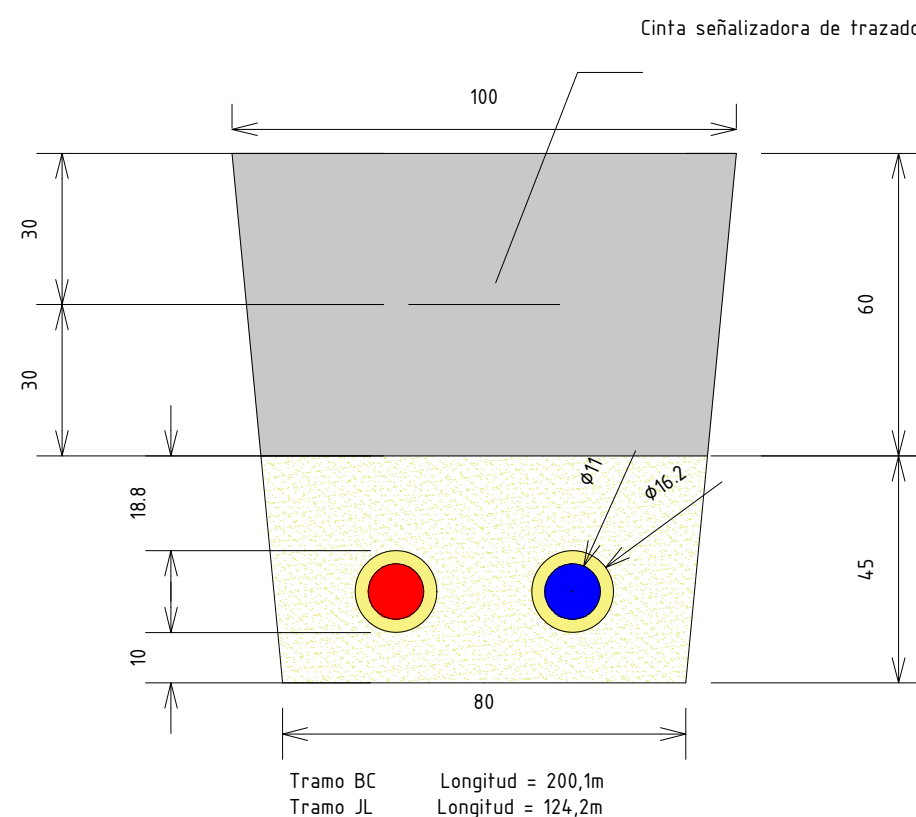
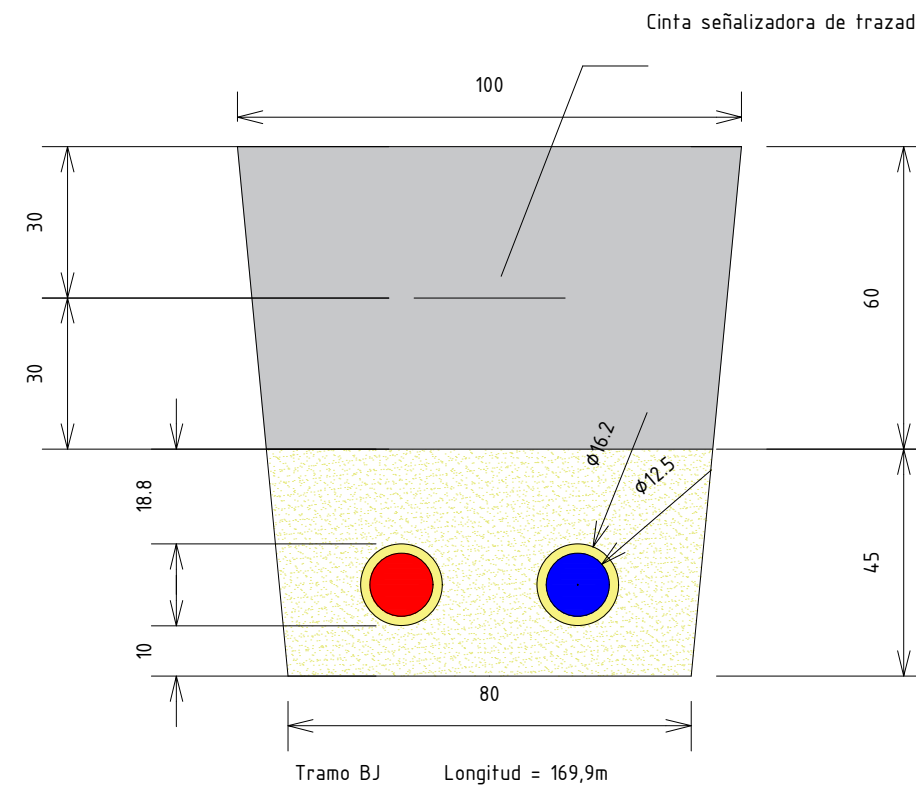
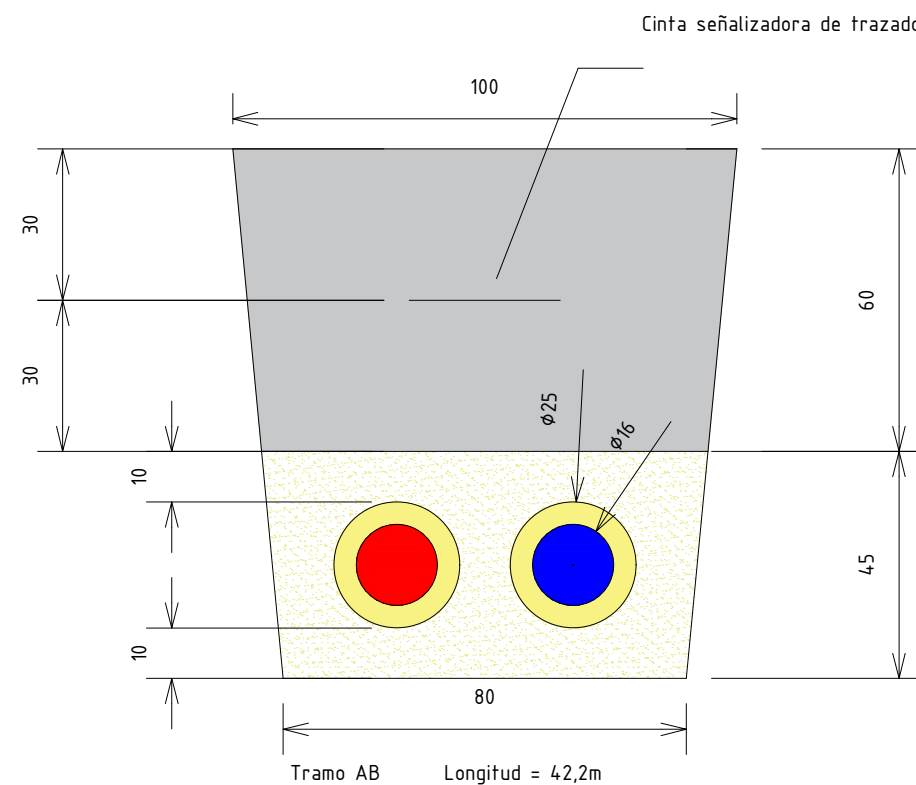
		Proyecto Diimensionamiento de una red de calor en el Campus de Las Llamas para la Universidad de Cantabria		Plano Cotas lado Este del Campus		Autor Víctor Manuel Fernández Fernández	
Fecha Julio 2020		Escala 1 : 1.000	Unidades m	Escuela Técnica Superior de Caminos Canales y Puertos de la Universidad de Cantabria			Nº de plano Cotas 1



	Proyecto Dimensionamiento de una red de calor en el Campus de Las Llamas para la Universidad de Cantabria		Plano Cotas parte central del Campus		Autor Víctor Manuel Fernández Fernández
Fecha Julio 2020	Escala 1 : 1.000	Unidades m	Escuela Técnica Superior de Caminos Canales y Puertos de la Universidad de Cantabria		Nº de plano Cotas 2



	Proyecto		Plano	Autor
	Dimensionamiento de una red de calor en el Campus de Las Llamas para la Universidad de Cantabria		Cotas lado Oeste del Campus	Víctor Manuel Fernández Fernández
Fecha	Escala	Unidades	Nº de plano	
Julio 2020	1 : 1.000	m	Cotas 3	
Escuela Técnica Superior de Caminos Canales y Puertos de la Universidad de Cantabria				



Proyecto  
Dimensionamiento de una red de calor en el Campus de Las Llamas para la Universidad de Cantabria

Plano

Sección de zanja por tramos

Autor

Víctor Manuel Fernández Fernández

Fecha  
Julio 2020

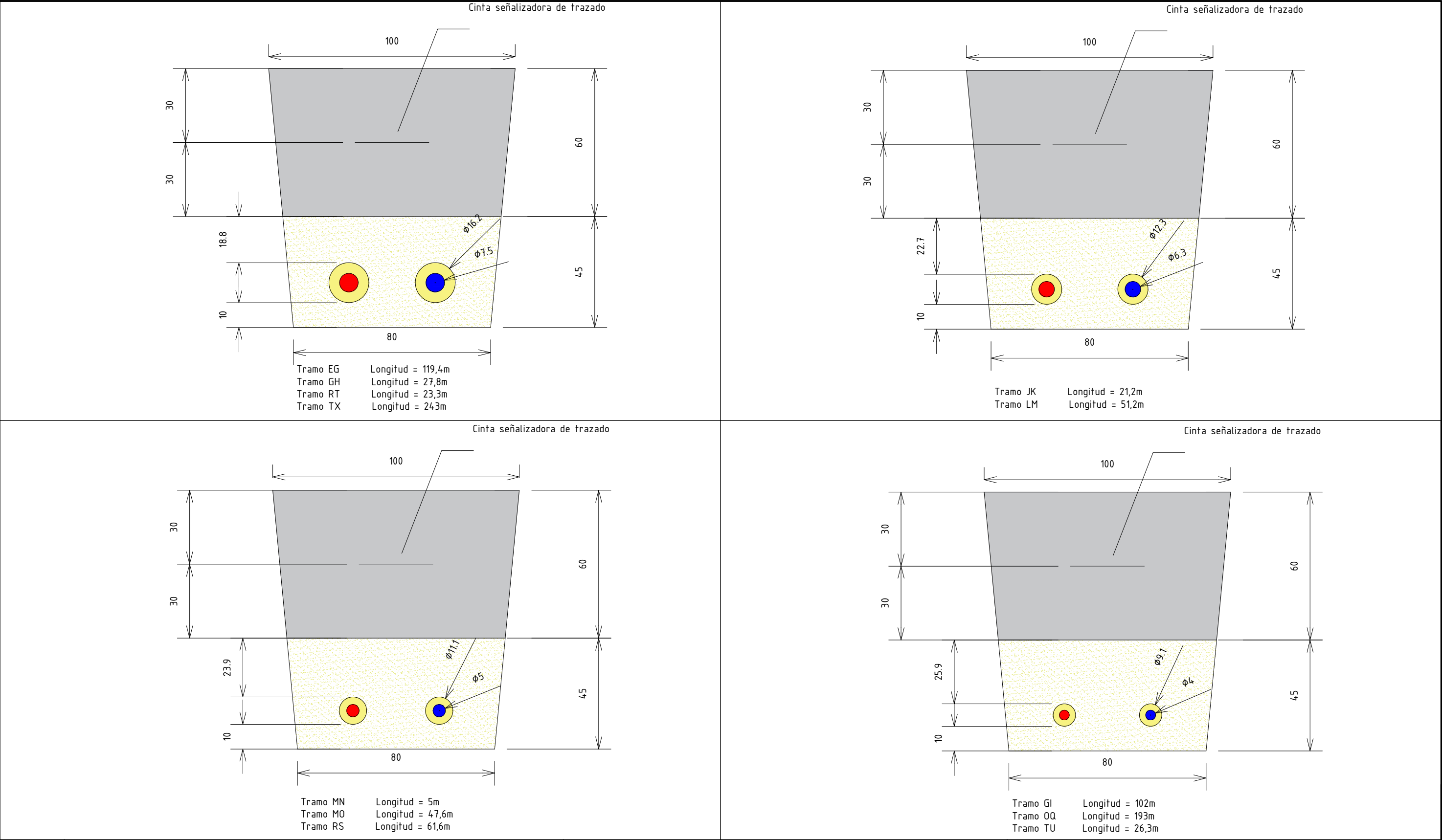
Escala  
1 : 15

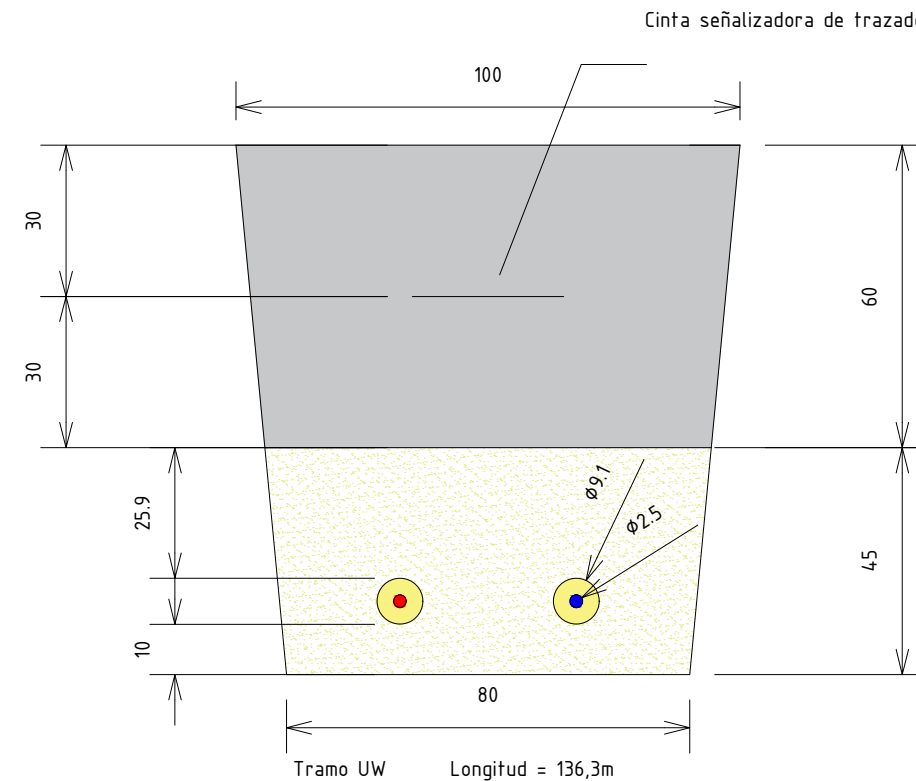
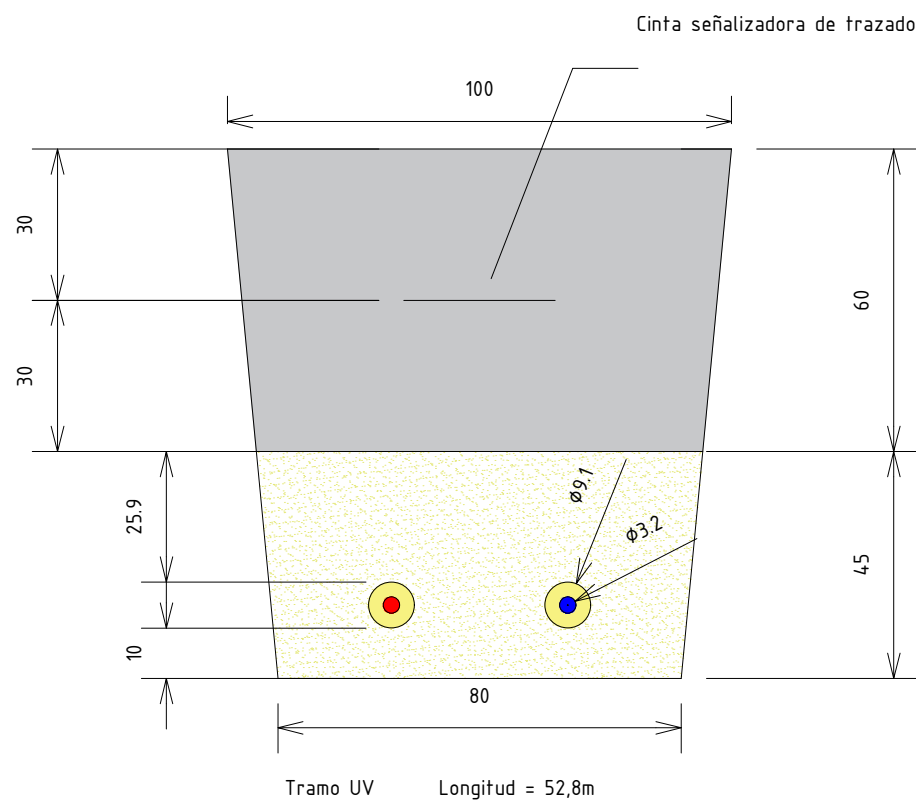
Unidades  
cm

Escuela Técnica Superior de Caminos Canales y Puertos de la Universidad de Cantabria

Nº de plano  
Secciones 1







Proyecto  
Dimensionamiento de una red de calor en el Campus de Las Llamas para la Universidad de Cantabria

Plano

Sección de zanja por tramos

Autor

Víctor Manuel Fernández Fernández

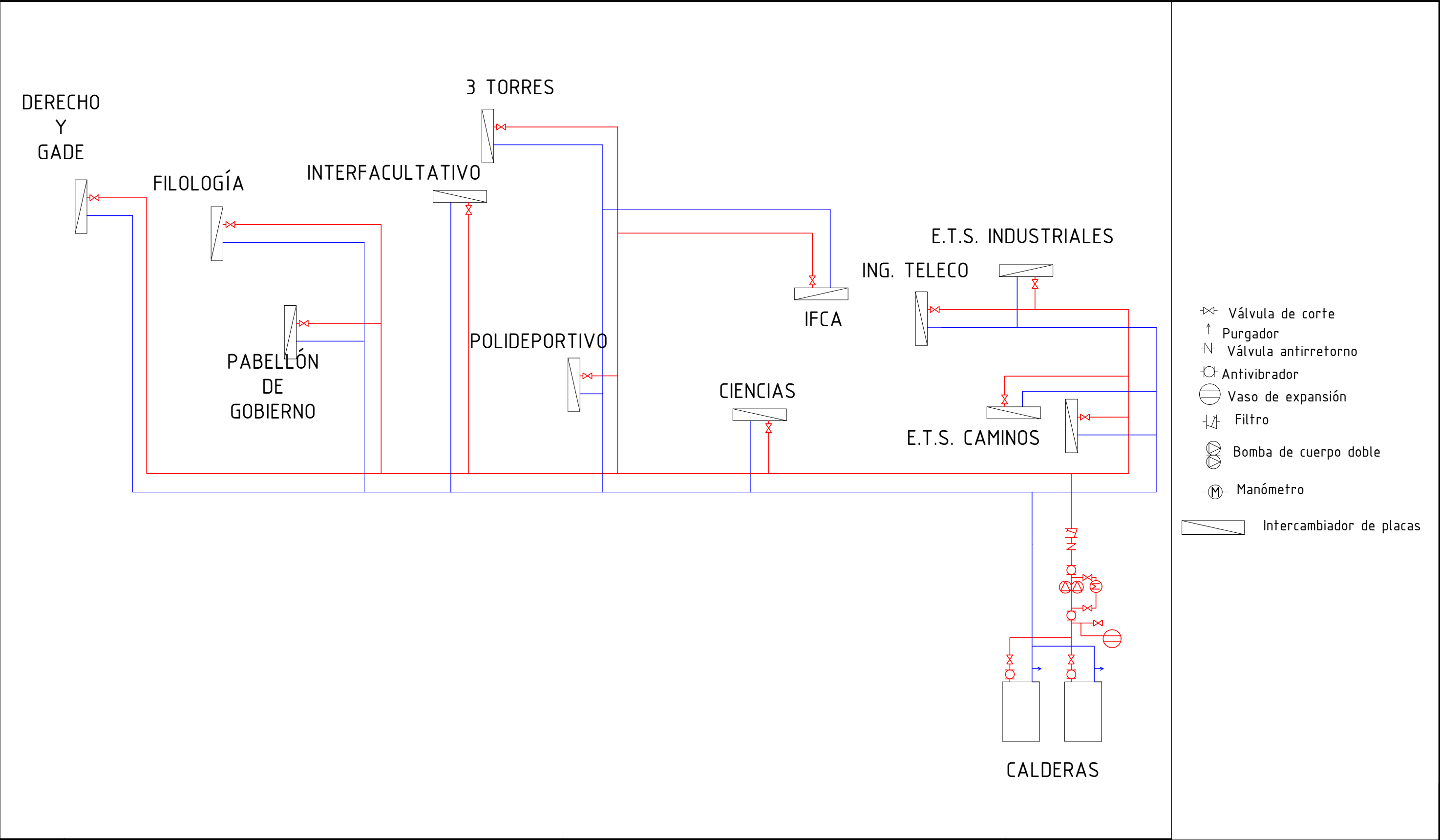
Fecha  
Julio 2020


Escala  
1 : 15

Unidades  
cm

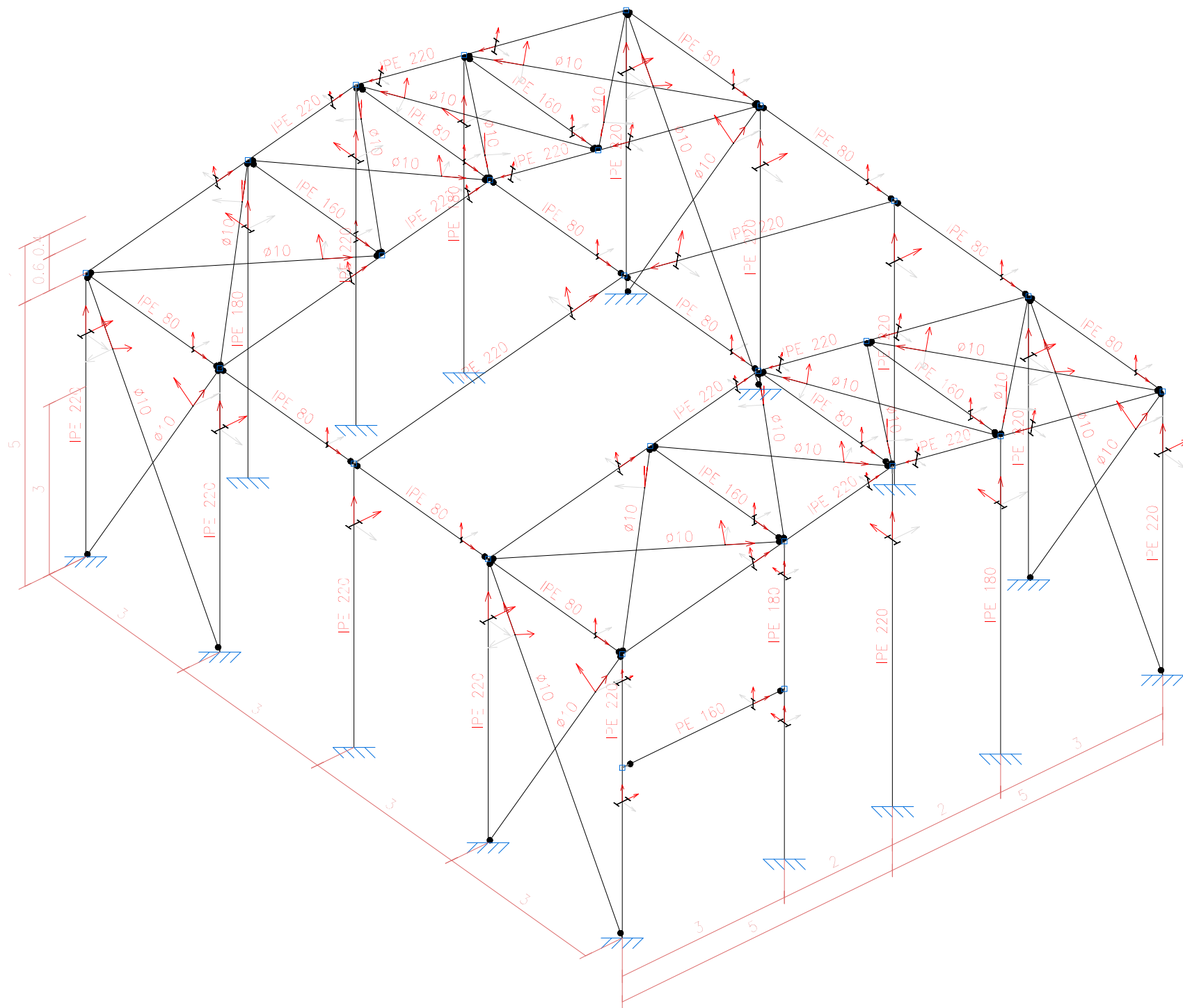
Escuela Técnica Superior de Caminos Canales y Puertos de la Universidad de Cantabria

Nº de plano  
Secciones 3



	Proyecto Dimensionamiento de una red de calor en el Campus de Las Llamas para la Universidad de Cantabria			Plano Esquema hidráulico		Autor Víctor Manuel Fernández Fernández	
	Fecha Julio 2020	Escala	Unidades	Escuela Técnica Superior de Caminos Canales y Puertos de la Universidad de Cantabria			Nº de plano

3D



Proyecto  
Dimensionamiento de una red de calor en el Campus de Las Llamas para  
la Universidad de Cantabria

Plano  
Perfiles Nave Industrial de Calderas

Autor  
Víctor Manuel Fernández Fernández

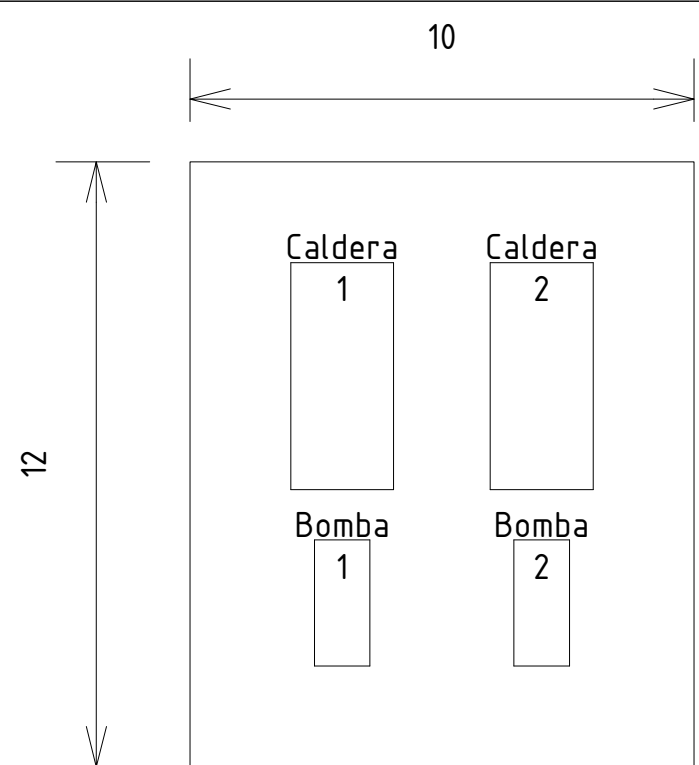
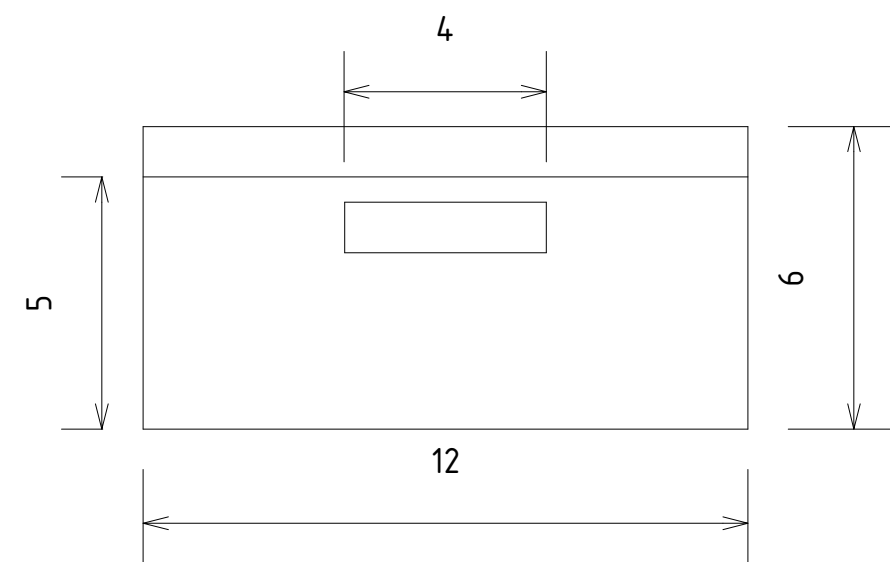
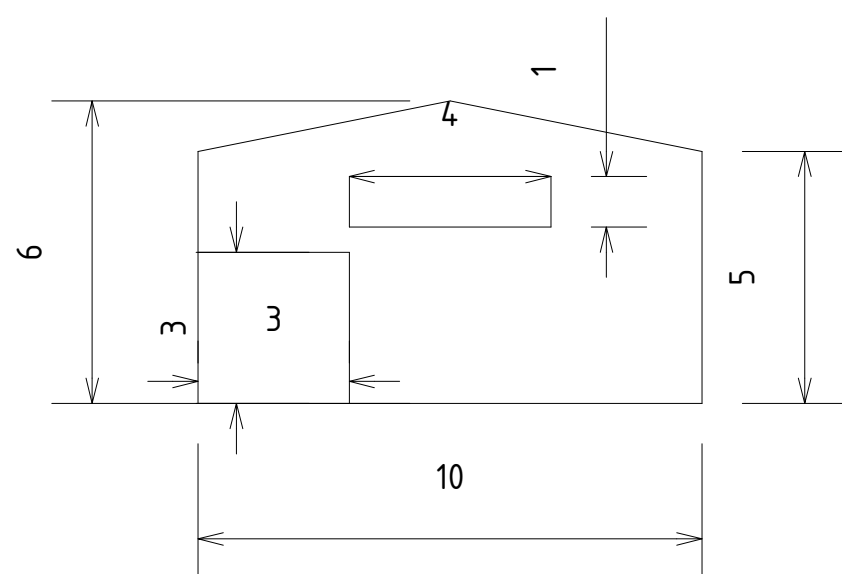
Fecha  
Julio 2020


Escala  
1 : 75

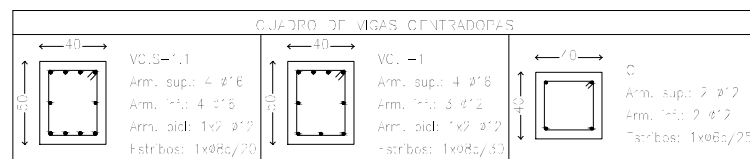
Unidades  
m

Escuela Técnica Superior de Caminos Canales y Puertos de la Universidad de Cantabria

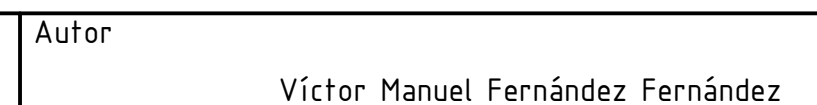
Nº de plano  
Nave 1



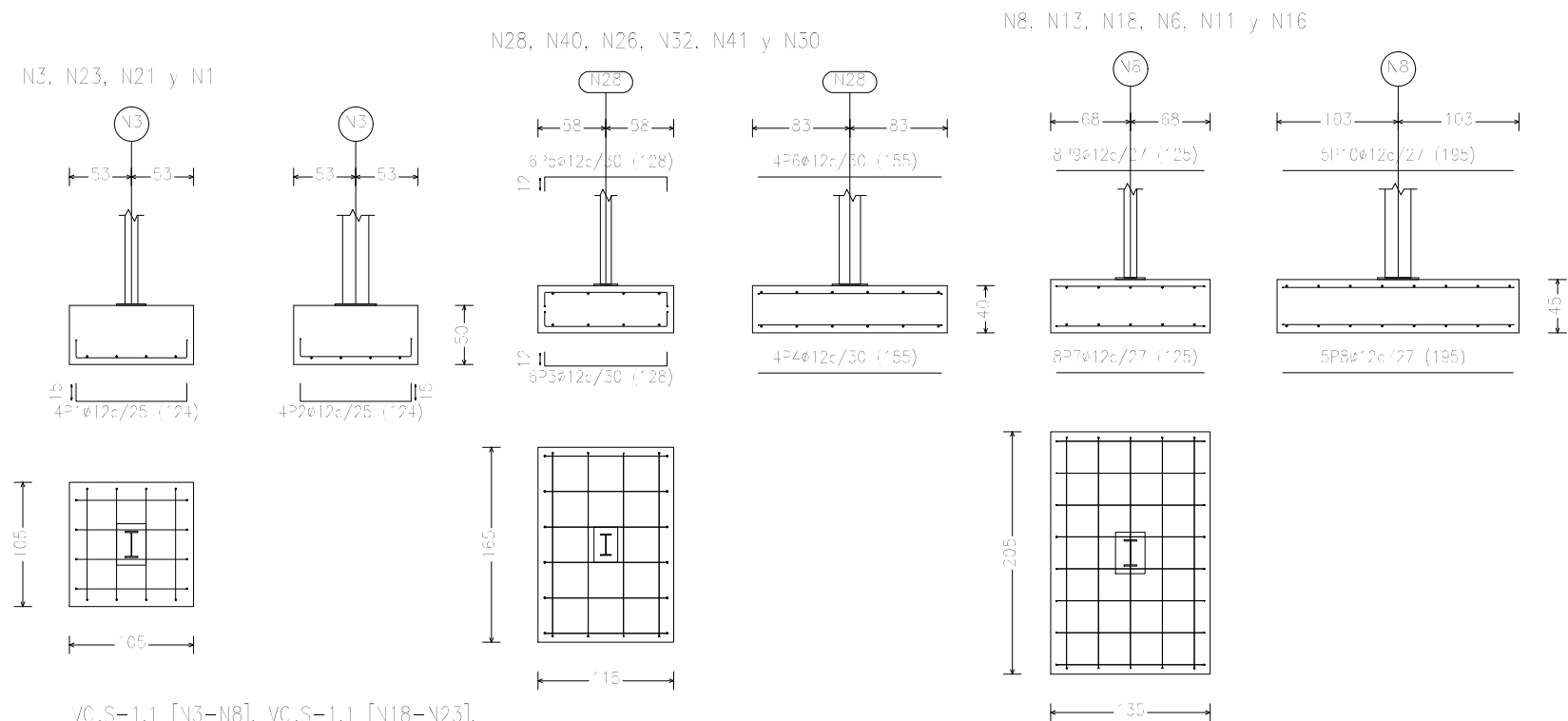
	Proyecto Dimensionamiento de una red de calor en el Campus de Las Llamas para la Universidad de Cantabria			Plano Nave industrial Alzado, Planta, Perfil		Autor Víctor Manuel Fernández Fernández	
	Fecha Julio 2020	Escala 1 : 150	Unidades m	Escuela Técnica Superior de Caminos Canales y Puertos de la Universidad de Cantabria			Nº de plano Nave 2



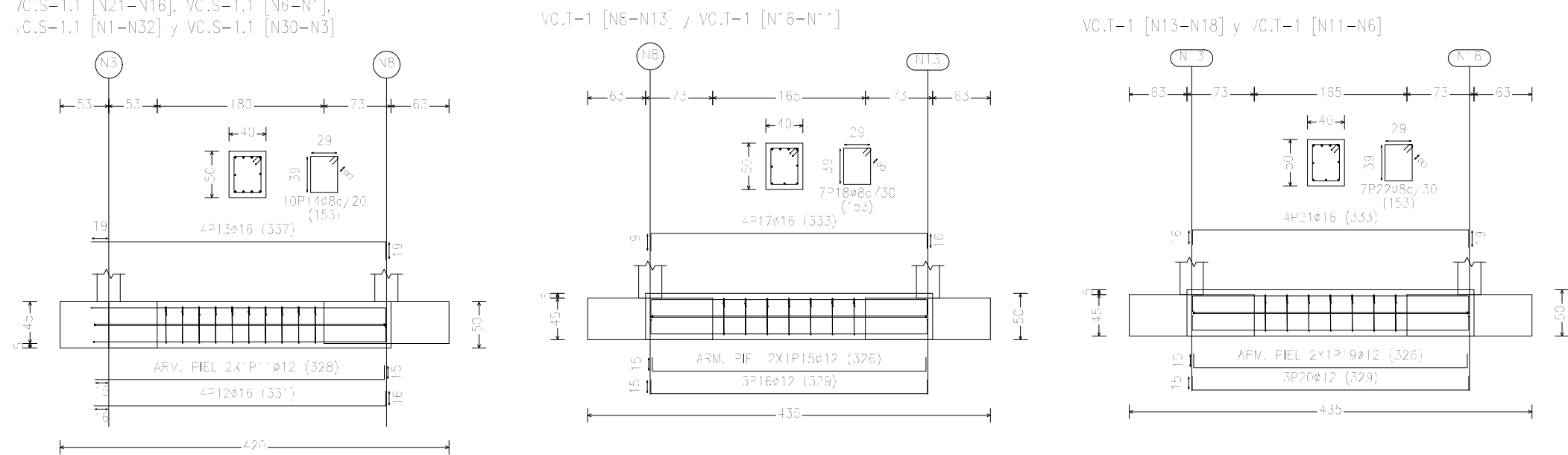
Código de transição		
Transição	Parâmetro $\mu_{H_{21}}^{\text{trans}}(k)$	Parâmetro $\mu_{H_{22}}^{\text{trans}}(k)$
$H_2, H_3, H_4, H_5$	$\mu_{H_{21}}^{\text{trans}} = 14$	$\mu_{H_{22}}^{\text{trans}} = 225(350)(12)$
$H_6, H_7, H_8, H_9$	$\mu_{H_{21}}^{\text{trans}} = 10$	$\mu_{H_{22}}^{\text{trans}} = 225(350)(14)$
$H_4, H_5, H_6, H_7, H_8, H_9, H_{10}, H_{11}$	$\mu_{H_{21}}^{\text{trans}} = 14$	$\mu_{H_{22}}^{\text{trans}} = 225(350)(15)$



Nº de plano	
Cimentación 1	



Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1,15 (kg)
N3-N23-N21-N1	1	#12	4	24	436	4.4
	2	#12	4	24	436	4.4
Total+10% (x1,1)						88.8
N26-N23-N28-N32-N41-N30	3	#12	6	28	768	7.8
	4	#12	4	28	520	5.3
	5	#12	6	28	768	7.8
Total+10% (x1,1)						20.9
N6-N1-N18-N13-N11-N16	7	#12	8	22	1760	18.0
	8	#12	8	22	1760	18.0
	9	#12	8	22	1760	18.0
Total+10% (x1,1)						54.0
VC.S-1.1 [N3-N8], VC.S-1.1 [N18-N23], VC.S-1.1 [N23-N28], VC.S-1.1 [N26-N21], VC.S-1.1 [N21-N16], VC.S-1.1 [N6-N1], VC.S-1.1 [N1-N32], VC.S-1.1 [N30-N3]	1	#12	2	32	640	6.6
	2	#12	2	32	640	6.6
	3	#12	2	32	640	6.6
	4	#12	2	32	640	6.6
Total+10% (x1,1)						26.4
VC.T-1 [N8-N13], VC.T-1 [N18-N11]	5	#12	3	32	960	9.9
	6	#12	3	32	960	9.9
	7	#12	3	32	960	9.9
	8	#12	3	32	960	9.9
Total+10% (x1,1)						39.6
VC.T-1 [N13-N18], VC.T-1 [N11-N6]	9	#12	3	32	960	9.9
	10	#12	3	32	960	9.9
	11	#12	3	32	960	9.9
	12	#12	3	32	960	9.9
Total+10% (x1,1)						39.6
ZAR:						71.2
B12:						37.2
B16:						46.5
Total:						106.4



Proyecto  
Dimensionamiento de una red de calor en el Campus de Las Llamas para la Universidad de Cantabria

Plano  
Cimentación Nave Industrial de Calderas

Autor  
Víctor Manuel Fernández Fernández

Fecha  
Julio 2020

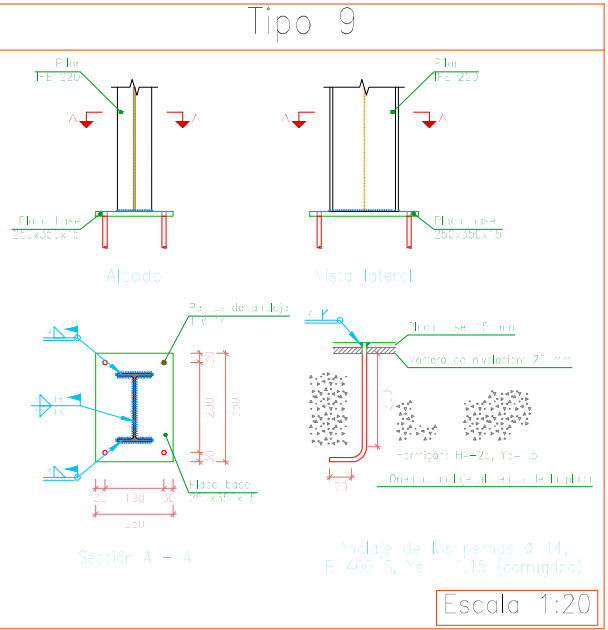
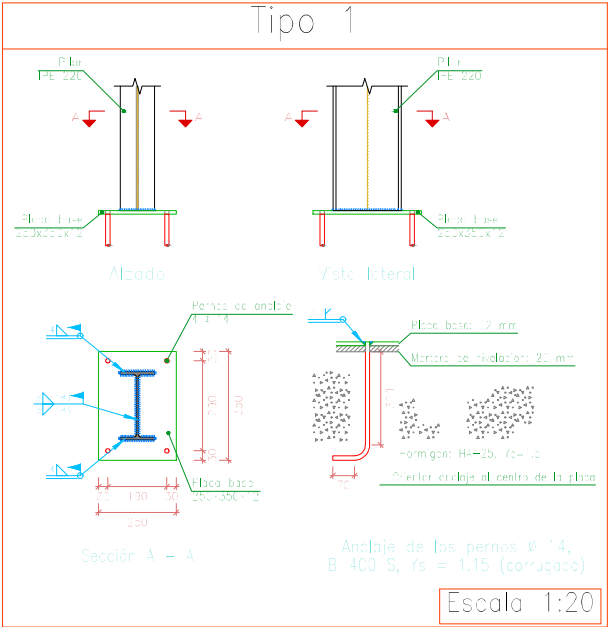
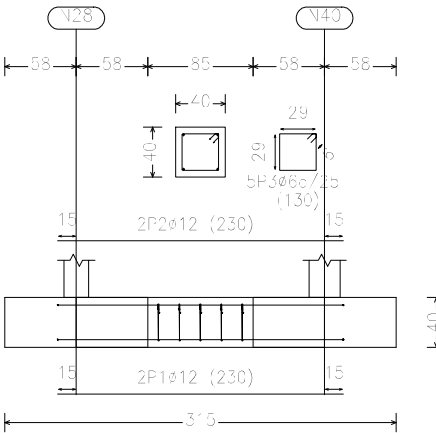
Escala  
1 : 50

Unidades  
cm

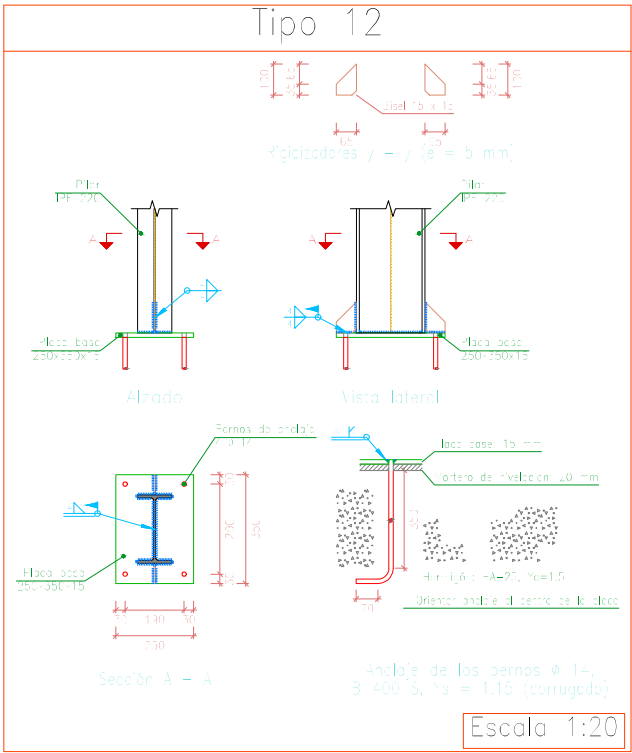
Escuela Técnica Superior de Caminos Canales y Puertos de la Universidad de Cantabria

Nº de plano  
Cimentación 2

C [N28-N40], C [N40-N26], C [N32-N41]  
y C [N41-N30]



Elemento	Pos.	Diám.	No.	Long. (cm)	Total (cm)	B 500 S, Ys=1.15 (kg)
C [N28-N40]	1	Ø 2	2	230	460	4.1
C [N40-N26]	2	Ø 2	2	230	460	4.1
C [N32-N41]	3	Ø 6	5	130	650	1.4
Total					1570	9.6
						12.4
						36.1
						42.4



Proyecto  
Dimensionamiento de una red de calor en el Campus de Las Llamas para  
la Universidad de Cantabria

Plano  
Cimentación Nave Industrial de Calderas

Autor  
Víctor Manuel Fernández Fernández

Fecha  
Julio 2020

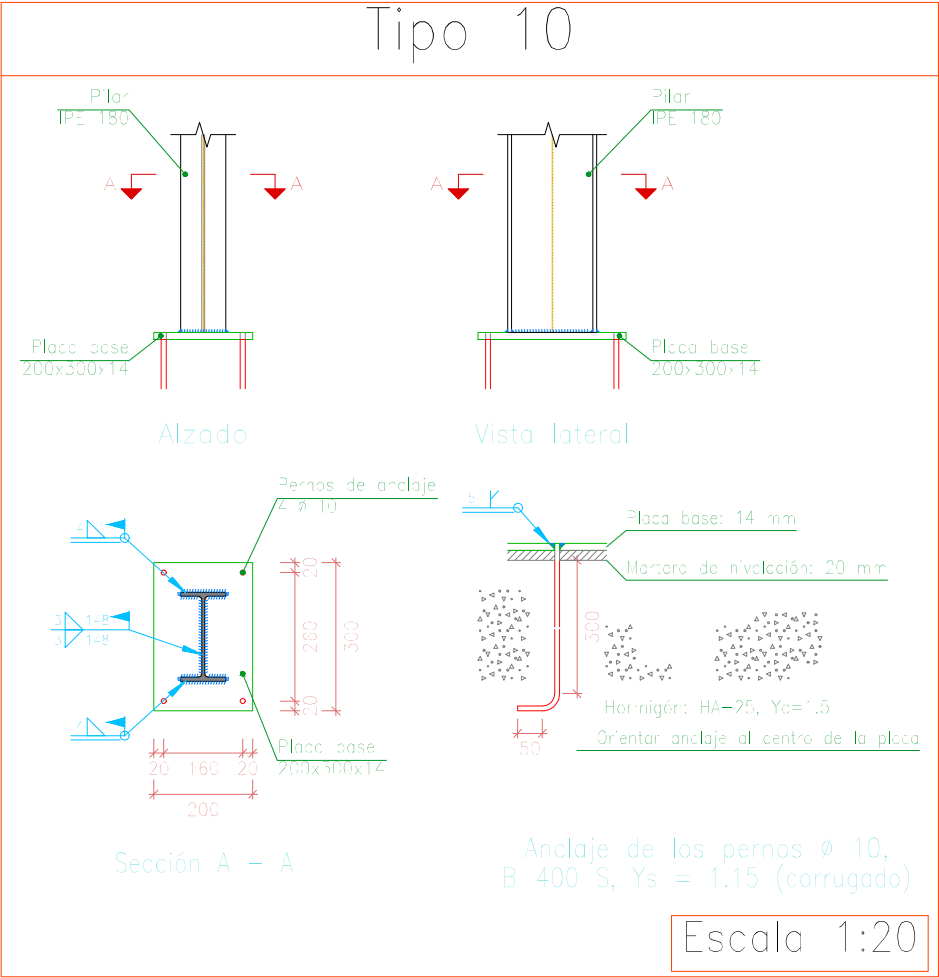
Escala  
1 : 50  
1 : 20


Unidades  
cm  
mm

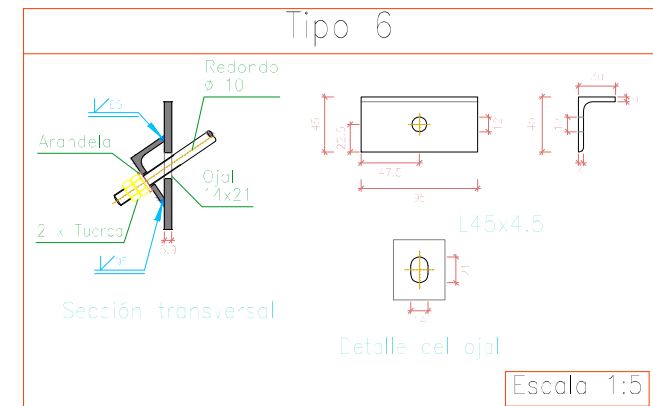
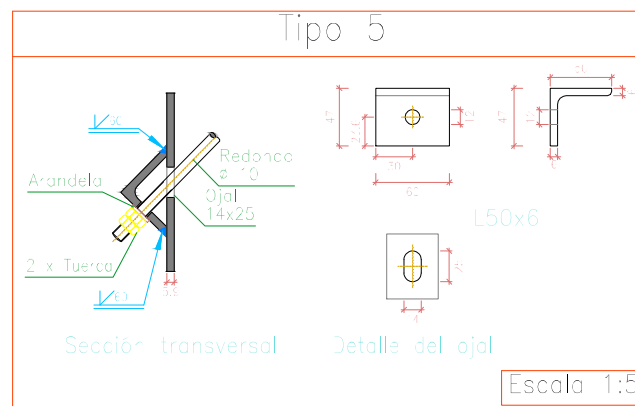
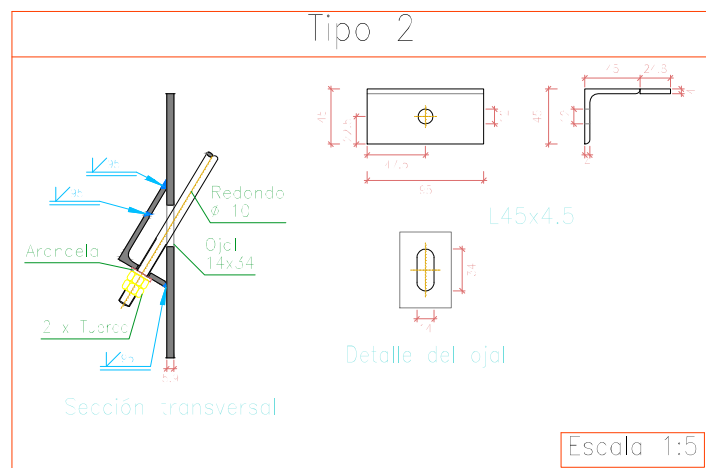
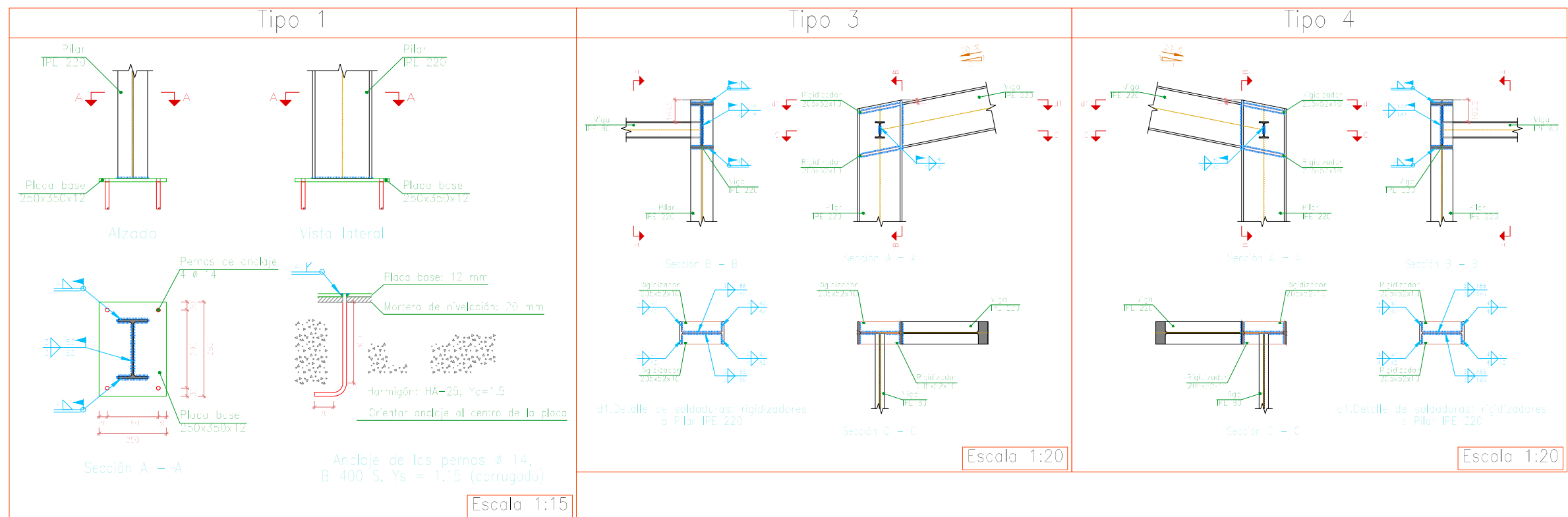
Escuela Técnica Superior de Caminos Canales y Puertos de la Universidad de Cantabria


Nº de plano  
Cimentación 3

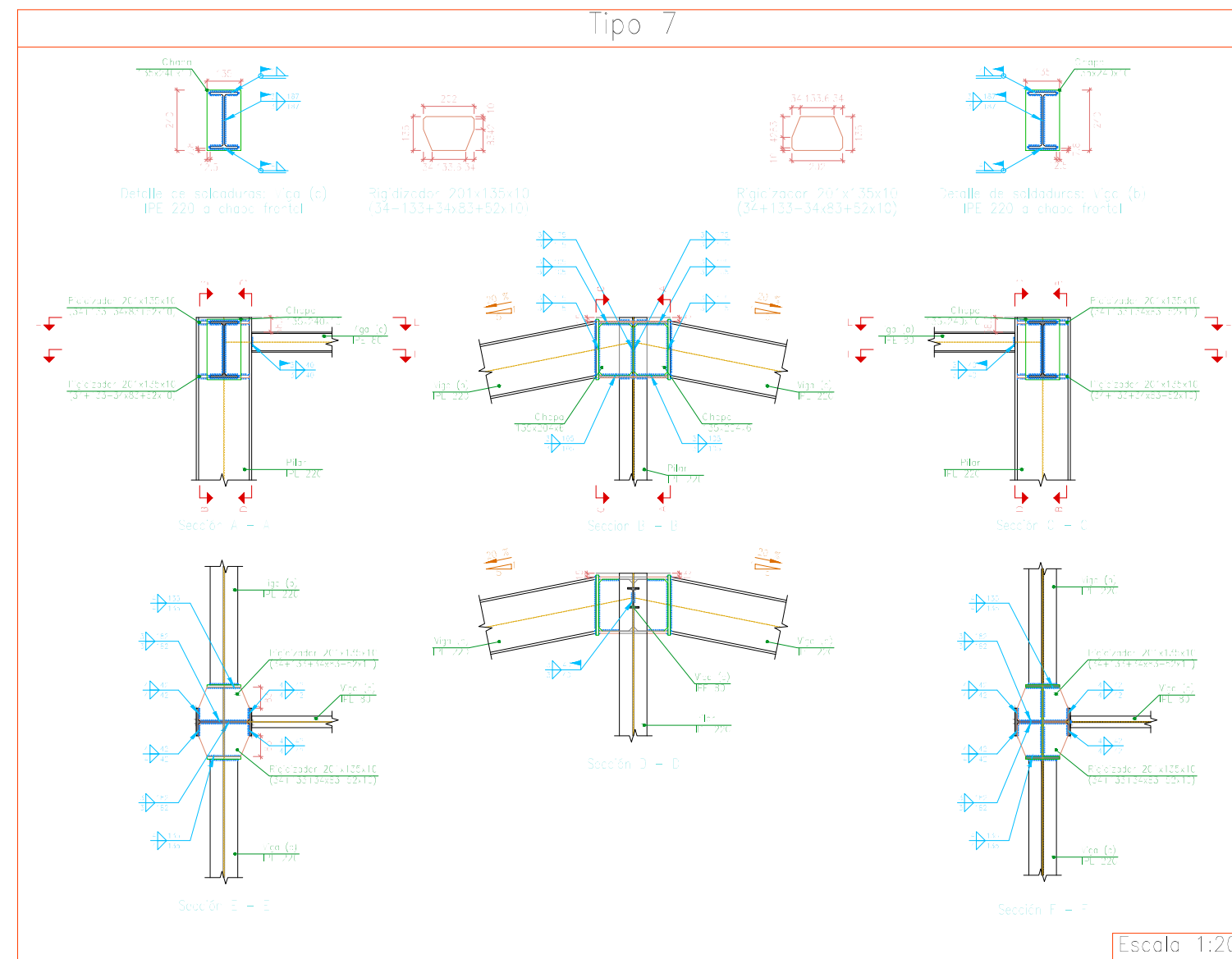





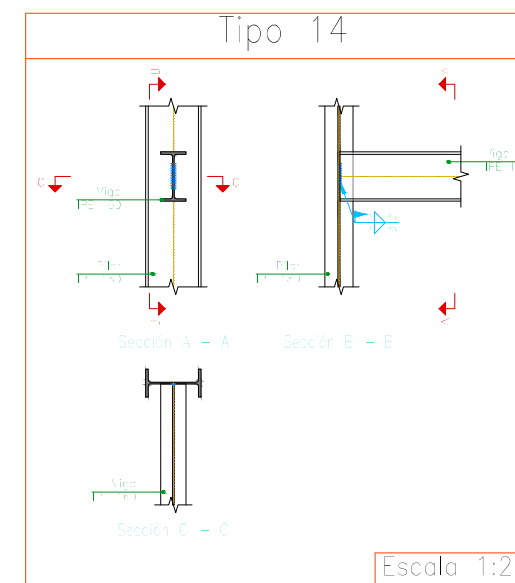
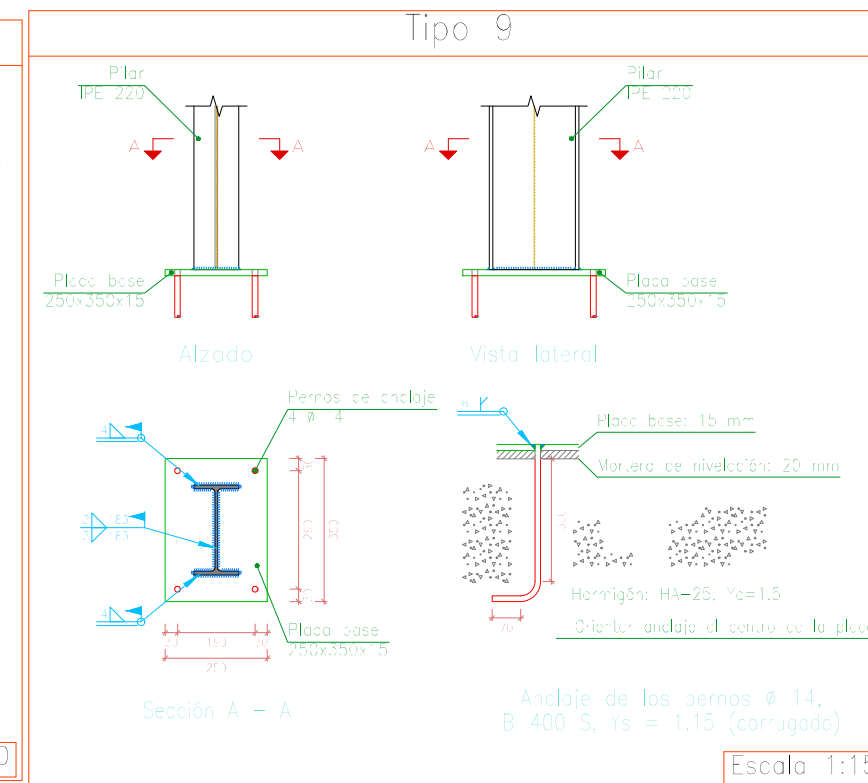
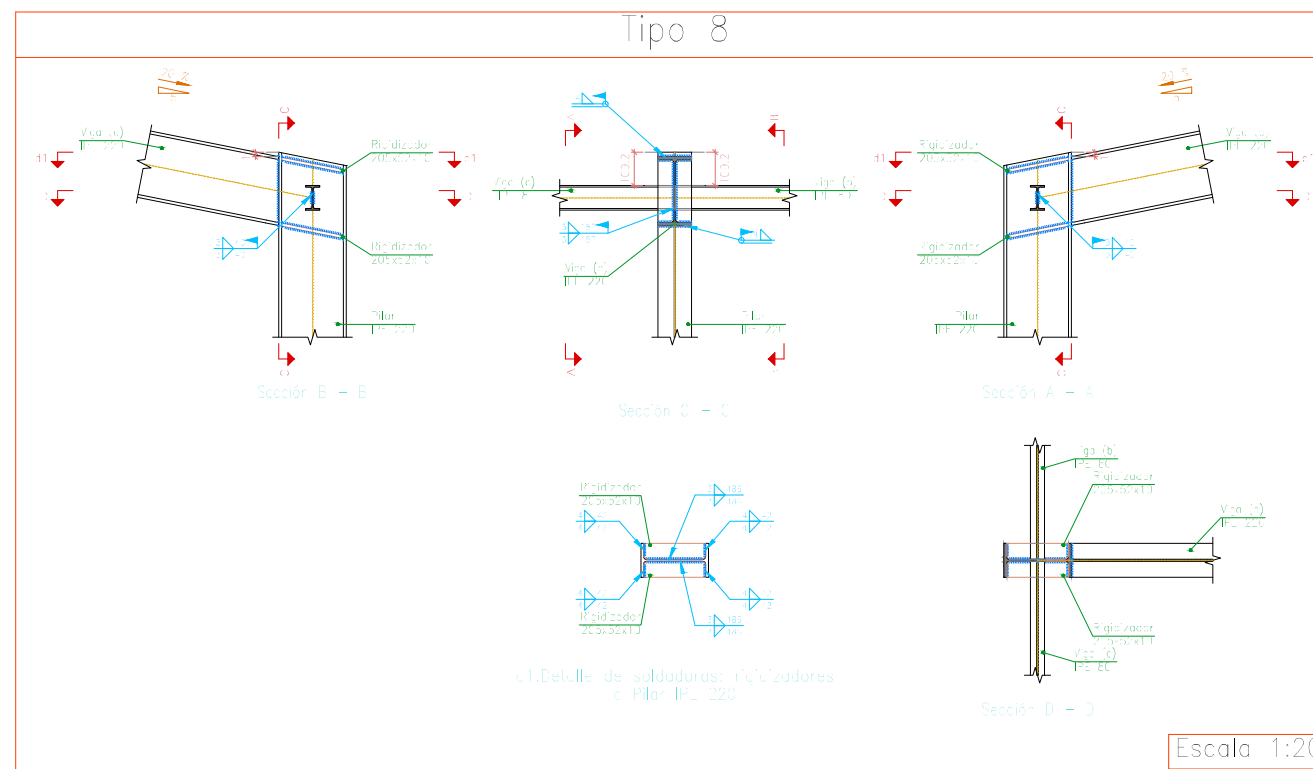
	Proyecto		Plano	Autor	
	Dimensionamiento de una red de calor en el Campus de Las Llamas para la Universidad de Cantabria		Cimentación Nave Industrial de Calderas	Víctor Manuel Fernández Fernández	
Fecha	Escala	Unidades	Escuela Técnica Superior de Caminos Canales y Puertos de la Universidad de Cantabria		Nº de plano
Julio 2020	1 : 20	mm			Cimentación 4




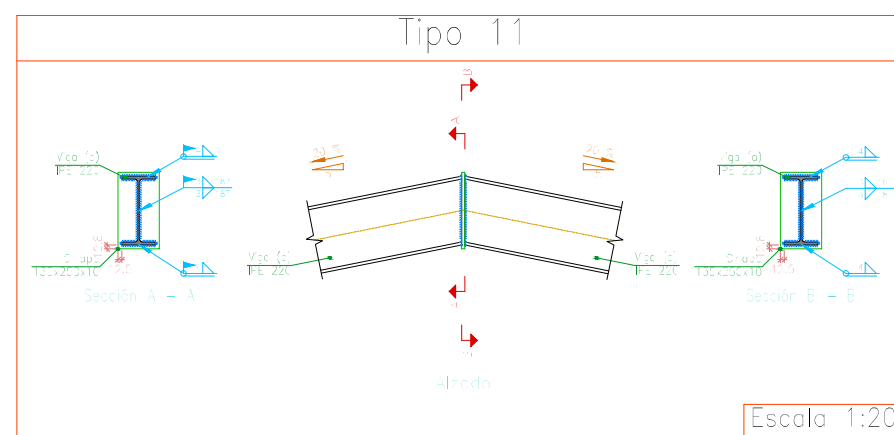
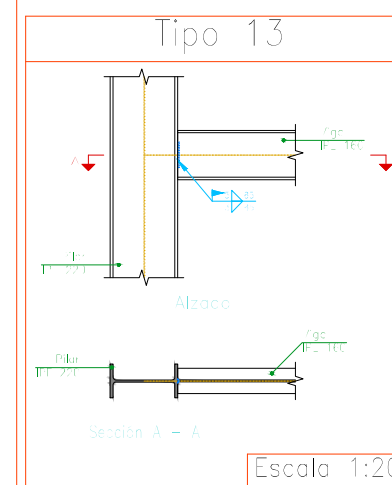
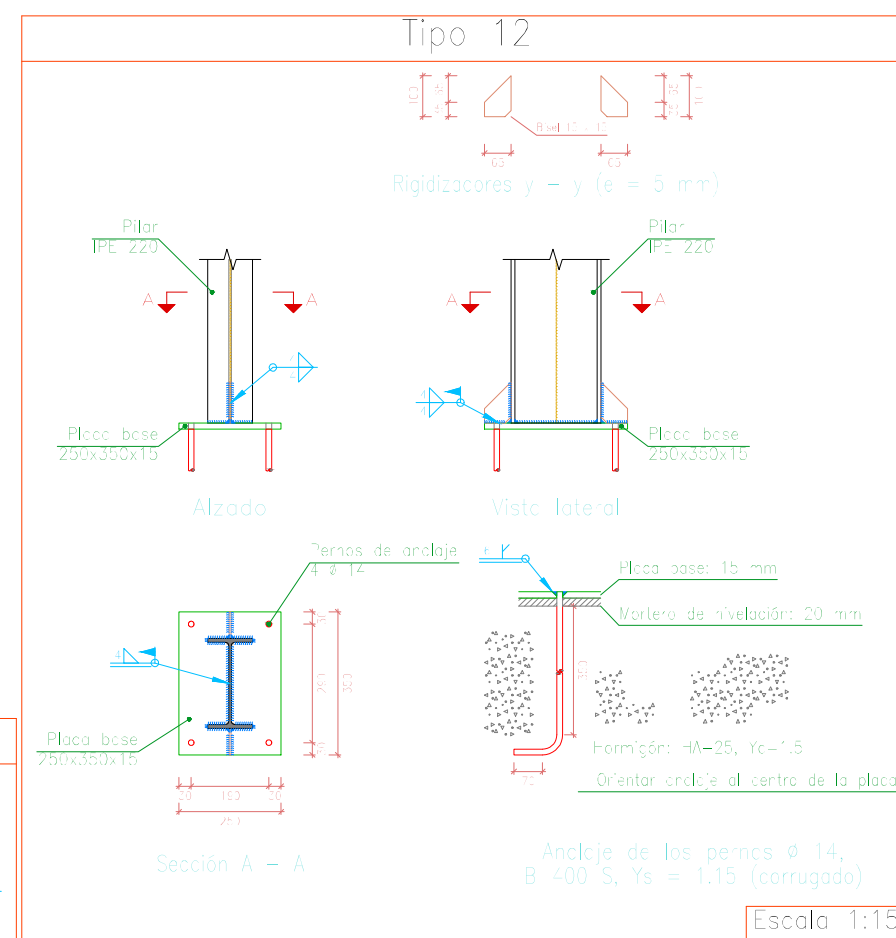
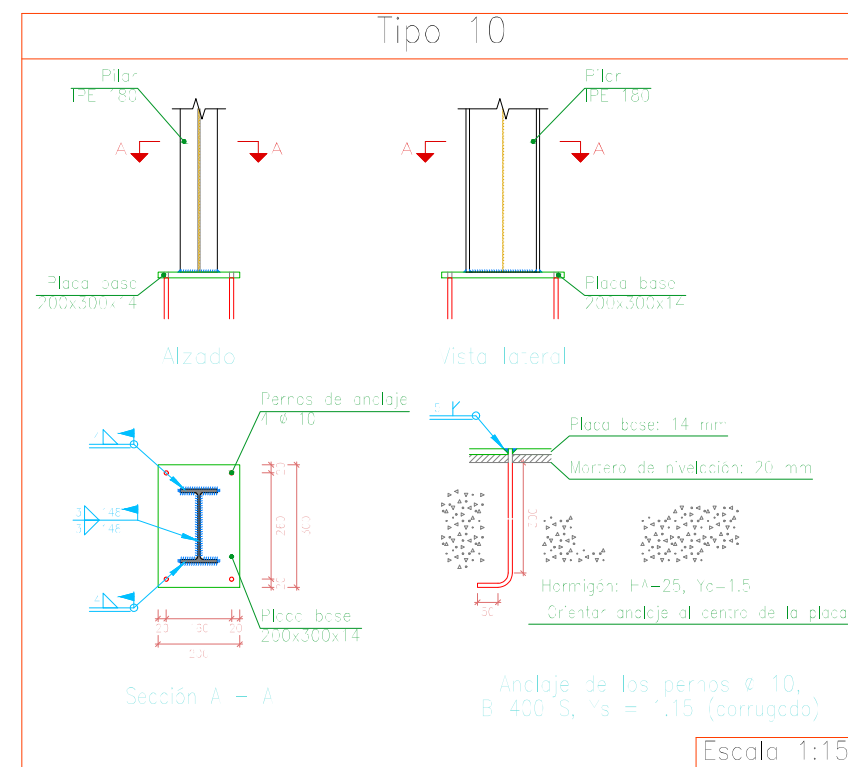
	<b>Proyecto</b> Dimensionamiento de una red de calor en el Campus de Las Llamas para la Universidad de Cantabria			<b>Plano</b> Uniones Nave Industrial de Calderas		<b>Autor</b> Víctor Manuel Fernández Fernández	
	<b>Fecha</b> Julio 2020	<b>Escala</b>	<b>Unidades</b> mm	Escuela Técnica Superior de Caminos Canales y Puertos de la Universidad de Cantabria			<b>Nº de plano</b> Uniones 1



	Proyecto		Plano	Autor
	Dimensionamiento de una red de calor en el Campus de Las Llamas para la Universidad de Cantabria		Uniones Nave Industrial de Calderas	Víctor Manuel Fernández Fernández
Fecha	Escala	Unidades	Escuela Técnica Superior de Caminos Canales y Puertos de la Universidad de Cantabria	
Julio 2020		mm	Nº de plano	
			Uniones 2	



	Proyecto		Plano	Autor
	Dimensionamiento de una red de calor en el Campus de Las Llamas para la Universidad de Cantabria		Uniones Nave Industrial de Calderas	Víctor Manuel Fernández Fernández
Fecha	Escala	Unidades	Escuela Técnica Superior de Caminos Canales y Puertos de la Universidad de Cantabria	
Julio 2020		mm	Nº de plano	
			Uniones 3	



Proyecto  
Dimensionamiento de una red de calor en el Campus de Las Llamas para la Universidad de Cantabria

Plano  
Uniones Nave Industrial de Calderas

Autor  
Víctor Manuel Fernández Fernández

Fecha  
Julio 2020

Escala

Unidades  
mm

Escuela Técnica Superior de Caminos Canales y Puertos de la Universidad de Cantabria

Nº de plano  
Uniones 4

**PLIEGO DE CONDICIONES**

## Índice

OBJETO.....	5
1. Delimitación general de funciones técnicas .....	5
EL DIRECTOR TÉCNICO .....	5
EL CONSTRUCTOR .....	6
EL PROMOTOR – COORDINADOR DE GREMIOS .....	7
2. Obligaciones y derechos generales del constructor o contratista.....	7
VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO .....	7
OFICINA EN LA OBRA .....	7
REPRESENTACIÓN DEL CONTRATISTA.....	7
PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR EN LA OBRA .....	8
TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE .....	8
INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO .....	8
3. Prescripciones relativas a los trabajos, materiales y medios auxiliares.....	8
ACCESOS.....	8
REPLANTEO.....	9
COMIENZO DE LA OBRA .....	9
PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR .....	9
RESPONSABILIDAD EN EL RETRASO DE LA OBRA.....	9
CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS .....	9
OBRAS OCULTAS .....	9
TRABAJOS DEFECTUOSOS .....	10
VICIOS OCULTOS .....	10
PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES Y APARATOS .....	10
PRESENTACIÓN DE MUESTRAS.....	10
MATERIALES NO UTILIZABLES.....	11

MATERIALES Y APARATOS DEFECTUOSOS .....	11
GASTOS DERIVADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS.....	11
LIMPIEZA DE LAS OBRAS .....	11
OBRAS SIN PRESCRIPCIONES .....	11
4. Recepciones de edificios y obras anejas .....	12
RECEPCIONES PROVISIONALES.....	12
DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA OBRA.....	12
MEDICIÓN DEFINITIVA DE LOS TRABAJOS Y LIQUIDACIÓN PROVISIONAL DE LA OBRA .....	12
PLAZO DE GARANTÍA.....	12
CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE .....	13
RECEPCIONES DE LOS TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA.....	13
5. Condiciones económicas .....	13
PRINCIPIO GENERAL.....	13
FIANZA PROVISIONAL.....	13
EJECUCIÓN DE TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA.....	14
DEVOLUCIÓN .....	14
COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS .....	14
BENEFICIO INDUSTRIAL.....	15
PRECIO DE EJECUCIÓN MATERIAL .....	15
PRECIO DE CONTRATA .....	15
IMPORTE DE CONTRATA .....	15
PRECIOS CONTRADICTORIOS.....	15
FORMAS TRADICIONALES DE MEDIR O DE APLICAR LOS PRECIOS .....	16
DE LA REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS .....	16
ACOPIO DE MATERIALES .....	16
ADMINISTRACIÓN .....	16



OBRA POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA.....	16
OBRAS POR ADMINISTRACIÓN INDIRECTA O DELEGADA .....	17
LIQUIDACIÓN DE OBRAS POR ADMINISTRACIÓN .....	17
ABONO AL CONSTRUCTOR DE LAS CUENTAS DE ADMINISTRACIÓN DELEGADA .....	17
NORMAS PARA LA ADQUISICIÓN DE LOS MATERIALES Y APARATOS .....	18
RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR POR BAJO RENDIMIENTO DE LOS OBREROS .....	18
RESPONSABILIDADES DEL CONSTRUCTOR .....	18
6. Valoración y abono de los trabajos.....	18
FORMAS VARIAS DE ABONOS DE LAS OBRAS.....	18
RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICADAS .....	19
MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS .....	19
ABONO DE AGOTAMIENTOS, ENSAYOS Y OTROS TRABAJOS ESPECIALES NO CONTRATADOS.....	20
PAGOS .....	20
ABONO DE TRABAJOS EJECUTADOS DURANTE EL PLAZO DE GARANTÍA.....	20
7. Indemnizaciones mutuas.....	21
IMPORTE DE LA INDEMNIZACIÓN POR RETRASO NO JUSTIFICADO EN EL PLAZO DE TERMINACIÓN DE LAS OBRAS .....	21
DEMORA DE LOS PAGOS .....	21
MEJORAS Y AUMENTOS DE OBRA. CASOS CONTRARIOS.....	21
UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES .....	22
SEGURO DE LAS OBRAS .....	22
CONSERVACIÓN DE LA OBRA .....	22
USO POR EL CONTRATISTA DEL EDIFICIO O BIENES DEL PROMOTOR .....	23
8. Condiciones técnicas particulares.....	23
CONDICIONES GENERALES .....	23



CONDICIONES QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES Y CONDICIONES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.....	24
--	----

## OBJETO

El presente pliego tiene por objeto la regulación de las obras de instalación de un sistema de calefacción de distrito en el campus de las Llamas, situado en Santander y que pertenece a la Universidad de Cantabria. De este modo se pretende fijar los niveles técnicos y cualitativos mínimos exigibles.

Forman el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

1º Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra, si existiera.

2º Memoria, planos, mediciones y presupuesto.

3º El presente Pliego de condiciones particulares.

Las órdenes e instrucciones de la Dirección facultativa de las obras se incorporan al Proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

### 1. Delimitación general de funciones técnicas

#### EL DIRECTOR TÉCNICO

Corresponde al Director Técnico:

- Comprobar la adecuación de la cimentación proyectada a las características reales del suelo.
- Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las instrucciones complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución arquitectónica.
- Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos parciales de su especialidad.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Preparar la documentación final de la obra y expedir y suscribir el certificado final de la misma.

- Redactar el documento de estudio y análisis del Proyecto con arreglo a lo previsto en el epígrafe 1.4. de R.D. 314/1979, de 19 de enero.
- Planificar, a la vista del proyecto arquitectónico, del contrato y de la normativa técnica de aplicación, el control de calidad y económico de las obras.
- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Director Técnico y del Constructor.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas de obligado cumplimiento y a las reglas de buenas construcciones.

## EL CONSTRUCTOR

Corresponde al Constructor:

- Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, antes del comienzo de las obras, el Plan de Seguridad y Salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- Suscribir con el Director Técnico, el acta de replanteo de la obra.
- Ostentar la Jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas y trabajadores autónomos.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del Director Técnico, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Llevar a cabo la ejecución material de las obras de acuerdo con el proyecto, las normas técnicas de obligado cumplimiento y las reglas de la buena construcción.
- Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar al Director Técnico, con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el Promotor el acta de recepción de la obra.

- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

## EL PROMOTOR – COORDINADOR DE GREMIOS

Cuando el promotor, cuando en lugar de encomendar la ejecución de las obras a un contratista general, contrate directamente a varias empresas o trabajadores autónomos para la realización de determinados trabajos de la obra, asumirá las funciones definitivas para el constructor en el artículo 6.

## 2. Obligaciones y derechos generales del constructor o contratista

### VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor manifestará que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario, solicitará por escrito las aclaraciones pertinentes.

### OFICINA EN LA OBRA

El Constructor habilitará en la obra una oficina. En dicha oficina tendrá siempre con Contratista a disposición de la Dirección Facultativa:

- El Proyecto de Ejecución.
- La Licencia de Obras.
- El Libro de Ordenes y Asistencias.
- El Plan de Seguridad e Higiene.
- El Libro de Incidencias.
- El Reglamento y Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Dispondrá además el Constructor una oficina para la Dirección facultativa, convenientemente acondicionada para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada.

### REPRESENTACIÓN DEL CONTRATISTA

El Constructor está obligado a comunicar al promotor y a la Dirección Facultativa, quien será la persona asignada como delegado suyo en la obra, tendrá el carácter de jefe de la misma, dedicación plena y facultades para representarle y adoptar las decisiones que le competan a la contrata.

Sus funciones serán las que se explican en el apartado 1.

Cuando la importancia de las obras lo requiera el Delegado del contratista será un facultativo de grado superior o grado medio, según el caso.

El incumplimiento de esta obligación o, en general la falta de cualificación por parte del personal facultará al Director Técnico la potestad de parar la obra sin derecho a reclamación hasta subsanarse la deficiencia.

### **PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR EN LA OBRA**

El Constructor estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Director Técnico en las visitas que hagan a las obras estando a su disposición para la práctica de las inspecciones que se consideren necesarias suministrando los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones. En caso de no ser él, lo serán sus medios técnicos o encargados.

### **TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE**

La contrata tiene la obligación de ejecutar cuando sea necesario cualquier trabajo necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aunque no aparezca expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que lo disponga el Director Técnico dentro de los límites que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

En caso de realizarse, se requerirá reformado de proyecto con consentimiento expreso del promotor cualquier variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20% o del total del presupuesto en más de un 10%.

### **INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO**

Las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán al Constructor, quien puede solicitar que se le comuniquen por escrito, con los detalles necesarios para la correcta ejecución.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor, tendrá que dirigirla dentro del plazo de tres días a quien la hubiere dictado, el cual dará al constructor el correspondiente recibo si éste lo solicitase.

## **3. Prescripciones relativas a los trabajos, materiales y medios auxiliares**

### **ACCESOS**

Se dispondrán los accesos necesarios para la correcta ejecución de las obras. Del mismo modo, el constructor deberá colocar el vallado correspondiente para velar por la seguridad de los trabajadores y de los posibles peatones que pudieran acercarse a la obra.

## REPLANTEO

Las obras se iniciarán con el replanteo de éstas sobre el terreno señalando las principales referencias que se marcarán para su posterior utilización.

## COMIENZO DE LA OBRA

Se respetará el plazo marcado en el anejo “Planificación de obra” del presente proyecto, tanto los plazos como la fecha de comienzo de la obra. En caso de necesitar ampliar el proyecto por causas de fuerza mayor, se continuarán las obras previstas y se seguirán las instrucciones dadas por el Director Técnico hasta que se tramite el Proyecto Reformado.

El Constructor deberá realizar con su personal y material lo que la Dirección de Obra necesite para cualquier obra de carácter urgente, cuyo coste será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente según convenio.

## PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR

En el supuesto caso de que el constructor no pudiese comenzar las obras, tuviese que suspenderlas o no las terminara a tiempo, por motivos ajenos a su voluntad, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento del contrato, siendo necesario un informe previo del Director Técnico. El Constructor expondrá por escrito al Director Técnico la causa y razonará la prórroga solicitada.

## RESPONSABILIDAD EN EL RETRASO DE LA OBRA

El Contratista no podrá poner como excusa la falta de planos u órdenes de la Dirección Facultativa excepto si se ha pedido por escrito y no se le hubiesen proporcionado.

## CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones previamente aprobadas y a las órdenes que bajo su responsabilidad impartan el Director Técnico o el Coordinador de Seguridad y Salud al Constructor dentro de los límites presupuestarios.

## OBRAS OCULTAS

El Constructor levantará los planos precisos para que queden perfectamente definidos todos los trabajos y unidades de obra que tengan que quedar ocultos a la terminación de las obras. Se hará triple copia y se entregará uno al Director Técnico y otro al Contratista, firmándose todos ellos por los tres entes que participan. Dichos planos irán suficientemente acotados y serán documentos indispensables para efectuar las mediciones.

## TRABAJOS DEFECTUOSOS

El Constructor empleará los materiales que cumplan las condiciones exigidas en el Proyecto y los trabajos serán realizados tal como se especifica en el documento.

Hasta que tenga lugar la recepción sin reservas de la obra, la responsabilidad de los trabajos defectuosos que puedan existir por una mala ejecución o calidad de los materiales es suya, sin exonerar de responsabilidad el control que es competencia del Director de Obra.

Como consecuencia, si el Director Técnico encuentra vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales o aparatos y máquinas colocados no reúnen las condiciones durante la ejecución o una vez finalizada esta, y antes de llevarse a cabo la recepción definitiva de la obra, se podrá exigir la demolición de las partes defectuosas y su posterior reconstrucción en base al contrato, todo ello a expensas de la contrata. Si la contrata no considerase justa esta decisión y se negase a la demolición y reconstrucción, se planteará la cuestión ante el Director de Obra y será él quien resolverá el caso.

## VICIOS OCULTOS

Si el director de Obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción, podrá ordenar efectuar en cualquier momento, y antes de la recepción de la obra, los ensayos que considere oportunos sean estos destructivos o no, para reconocer los trabajos que considere defectuosos informando de ello al Director Técnico.

Los gastos derivados correrán a cuenta del Constructor, siempre que existan vicios, en caso contrario quien deberá pagar dichos gastos será el Promotor.

## PROCEDENCIA DE LOS MATERIALES Y APARATOS

El constructor podrá proveerse de todos los materiales y aparatos libremente a excepción de los que el Proyecto ordene una procedencia determinada.

Antes de proceder a su empleo o acopio, el Constructor deberá presentar al Director Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que se van a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades y procedencia de cada uno.

## PRESENTACIÓN DE MUESTRAS

El Director de Obra pedirá las muestras que crea oportunas y el Constructor las presentará siempre con la antelación prevista en el Calendario de la Obra.



### MATERIALES NO UTILIZABLES

Es competencia del constructor pagar el transporte y acopiar ordenadamente en el lugar adecuado los materiales procedentes de las excavaciones y derribos que no sean utilizables en la obra.

Se llevarán a vertedero cuando esté establecido en el proyecto y si no se hubiese comentado nada, se retirarán de ella cuando lo ordene el Director Técnico, pero acordando con el Constructor su tasación teniendo en cuenta el valor de los materiales y los gastos de su transporte.

### MATERIALES Y APARATOS DEFECTUOSOS

Si los materiales o elementos instalados no tuviesen la calidad mínima exigida en este Pliego y pueda demostrarse tal efecto, el Director Técnico ordenará al Constructor la sustitución inmediata por otros que satisfagan las condiciones mínimas establecidas.

Si a los quince días de recibir el Constructor dicha orden, no ha sido cumplida, podrá encargarse de su recambio el Promotor cargando los gastos a la contrata.

En caso de que los materiales sean de calidad inferior a la exigida, pero no defectuosos y aceptables a juicio del Director Técnico, se recibirán, pero con la rebaja del precio que aquel determine, excepto que el Constructor prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

### GASTOS DERIVADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS

Todos los gastos derivados por pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras irán a cuenta del Constructor. Si el ensayo no resulta satisfactorio o no ofrece las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo cargando el propio Constructor con los gastos del mismo.

### LIMPIEZA DE LAS OBRAS

El Constructor tiene la obligación de mantener limpia la obra y sus alrededores, ya sean escombros como material sobrante, eliminar las instalaciones provisionales que no sean necesarios y adoptar las medidas para la ejecución de todos los trabajos necesarios para ofrecer un buen aspecto de obra.

### OBRAS SIN PRESCRIPCIONES

En caso de no existir prescripciones consignadas en el Proyecto para la ejecución de algún trabajo durante la construcción de las obras, el Constructor seguirá las instrucciones dictadas por la Dirección Facultativa, en caso de no existir estas, se regirá por lo dispuesto en el Pliego General de la Dirección General de Arquitectura, el Código Técnico de la Edificación (CTE) o por lo dispuesto en las Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE) cuando estas sean aplicables.

## 4. Recepciones de edificios y obras anejas

### RECEPCIONES PROVISIONALES

Treinta días antes de finalizar las obras, el Director Técnico comunicará al Promotor la cercanía de su terminación a fin de fijar una fecha para la recepción provisional.

Esta se realizará con la intervención del Promotor, el Constructor y el Director Técnico. En caso de haber intervenido en la dirección otros técnicos con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas serán convocados también para la recepción provisional.

Una vez realizado un detenido reconocimiento de la obra, se extenderá un Certificado Final de Obra y, en caso de exigencia por parte de algún interviniente, se levantará un acta con tantos ejemplares como personas haya firmado por todos ellos. Desde esa fecha comenzará el plazo de garantía en caso de que las obras se hallasen en estado de ser admitidas.

Si las obras no cumplen con la calidad mínima exigida, se hará constar en el acta y se darán al Constructor las instrucciones necesarias para remediar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, una vez expirado se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción de la obra.

Si el constructor no cumple con su parte, podrá declararse resuelto el contrato con pérdida de la fianza o de la retención practicada por el Promotor.

### DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA OBRA

El Director Técnico facilitará al Promotor la documentación final de las obras, con especificaciones y contenido dispuestos por la legislación vigente.

### MEDICIÓN DEFINITIVA DE LOS TRABAJOS Y LIQUIDACIÓN PROVISIONAL DE LA OBRA

Una vez se reciban las obras, se procederá por el Director Técnico a su medición definitiva con la asistencia del Constructor o representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, una vez aprobada por el Director Técnico con su firma, servirá para el abono por la Propiedad del saldo resultante salvo la cantidad retenida en concepto de fianza.

### PLAZO DE GARANTÍA

El plazo de garantía deberá estipularse en el Contrato entre la Propiedad y el Constructor. En cualquier caso dicho plazo nunca será inferior a un año.

Si durante este primer año el constructor no llevase a cabo las obras de conservación y reparación necesarias, estas se llevarán a cabo con cargo a la fianza o a la retención.

## CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre la recepción provisional y la definitiva corren a cargo del Contratista.

En caso de que el edificio fuera ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, los gastos derivados de limpieza o reparaciones causadas por el uso correrán a cuenta del propietario. Las reparaciones por vicios de obra serán a cargo de la contrata.

## RECEPCIONES DE LOS TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA

Si el contrato fuese resuelto, el Contratista estará obligado a retirar en el plazo que se fije en el Contrato suscrito entre Promotor y Constructor, y en caso de no existir plazo, en el establecido por el Director Técnico, la maquinaria, medios auxiliares y demás medios necesarios a resolver los subcontratos que tuviesen concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa.

Las obras y trabajos sin terminar, pero aceptables para el Director Técnico, se efectuará una sola y definitiva recepción.

## 5. Condiciones económicas

### PRINCIPIO GENERAL

Todos los entes intervinientes en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

El Promotor, el Contratista, y los técnicos en caso de ser necesario, pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

El Contratista garantizará la correcta ejecución de los trabajos en la forma prevista en el Proyecto.

### FIANZA PROVISIONAL

En caso de que la obra sea adjudicada por subasta pública, el depósito provisional para tomar parte en ella se especificará en el anuncio de la misma.

El Contratista a quien se haya adjudicado la ejecución de una obra o una parte de ella, deberá depositar la fianza en el punto y plazo fijados en el anuncio de la subasta.

En caso de incumplir este requisito se declarará nula la adjudicación y el adjudicatario perderá el depósito provisional que hubiese hecho para tomar parte en la subasta.

## EJECUCIÓN DE TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA

Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos preciosos para ultimar la obra en las condiciones contratadas el Director Técnico en nombre del Promotor ordenará su ejecución a un tercero, o podrá realizarlos por administración abonando su importe con la fianza o garantía, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Promotor si el importe de la garantía no fuera suficiente.

## DEVOLUCIÓN

La fianza o garantía retenida se devolverá al Contratista en un plazo no mayor a treinta días una vez transcurrido el año de garantía. El Promotor podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra tales como salarios, suministros etc.

Si el Promotor, con la conformidad del Director Técnico, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza o cantidades retenidas como garantía.

## COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS

El cálculo de los precios de las unidades de obra es el resultado de la suma de costes directos, costes indirectos, gastos generales y el beneficio industrial:

Costes directos:

- Mano de obra con sus pluses, cargas y seguros sociales que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Materiales, a precio resultante a pie de obra que compongan la unidad de obra o sean necesarios para su ejecución.
- Equipos y sistemas técnicos de seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- Gastos de personal, combustible, energía y demás que tengan lugar por el funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de cada unidad de obra.
- Gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos utilizados para la obra.

Costes indirectos:

Son los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para los obreros, seguros etc. Los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Se cifrarán en un porcentaje de los gastos directos.

Gastos generales:

Son los gastos generales de la empresa, financieros, cargas fiscales, tasas de la Administración... Se cifrarán como un porcentaje de los costes directos e indirectos.

### **BENEFICIO INDUSTRIAL**

Será el pactado en el Contrato firmado entre el Promotor y el Constructor.

### **PRECIO DE EJECUCIÓN MATERIAL**

Es el resultado de la suma de los Costes Directos más los Costes Indirectos

### **PRECIO DE CONTRATA**

Aquí se engloba la suma total de los costes indirectos, directos, el beneficio industrial y los gastos generales.

El IVA no integra el precio.

### **IMPORTE DE CONTRATA**

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja se contratasen a tanto alzado, el Precio de contrata es el que importa el coste total de la unidad de obra. El Beneficio Industrial del Contratista se fijarán en el contrato entre el Contratista y el Promotor.

### **PRECIOS CONTRADICTORIOS**

Se producirán cuando el Promotor, por medio del Director Técnico decida introducir unidades nuevas o cambios de calidad en alguna de las obras previstas.

El Contratista estará obligado a efectuar dichos cambios.

En caso de falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Director Técnico y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos. Si la diferencia prosigue, se acudirá primero al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto y después al banco de precios de uso más frecuente de la localidad.

Los contradictorios que haya se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

## FORMAS TRADICIONALES DE MEDIR O DE APLICAR LOS PRECIOS

Se realizará a lo previsto en el Pliego Particular de condiciones Técnicas y en segundo lugar, al Pliego de Condiciones Particulares, en su defecto a lo previsto en las Normas Tecnológicas de la Edificación.

### DE LA REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS

Contratándose las obras a tanto alzado, no se admitirá la revisión de los precios si el incremento no alcanza en la suma de las unidades que no estén completadas en concordancia con el calendario, siendo un montaje superior al 3% del importe total acordado en el contrato.

En caso de que se produzcan variaciones superiores a dicho porcentaje, se llevará a cabo la revisión pertinente ajustándose a lo establecido en el contrato, en donde el contratista percibirá la diferencia en relación al IPC superior a dicho porcentaje.

### ACOPIO DE MATERIALES

Los materiales requeridos, una vez han sido abonados por el promotor son únicamente de su propiedad, ocupándose el contratista de su salvaguardia y conservación siempre y cuando sea lo establecido en el contrato.

Además, el contratista está obligado a elaborar los acopios de los materiales, así como de la maquinaria necesaria para la obra que el promotor exprese por escrito.

### Obras por administración

#### ADMINISTRACIÓN

Las “obras por administración” son aquellas en las que el propietario (o un representante suyo) es quien se ocupa de realizar las gestiones pertinentes. Por ello, el propietario es quien ejerce la función de Coordinador de Gremios, llevando a cabo las funciones expuestas en el pliego. Además, las obras por administración se clasifican en:

- Obras por administración directa.
- Obras por administración indirecta o delegada.

#### OBRA POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA

Son aquellas en las que el Promotor o un representante de este autorizado explícitamente autorizado para dichas funciones desarrolle las gestiones necesarias para la ejecución de la obra, interviniendo de manera

directa en todas aquellas operaciones para que tanto los obreros, como el personal contratado lleven a cabo su labor. En caso de que se estableciese la figura del constructor o el encargado de su realización es dependiente del propietario.

### OBRAS POR ADMINISTRACIÓN INDIRECTA O DELEGADA

En este tipo convergen la figura del Propietario y la de un Constructor para que este último, como delegado del primero, lleve a cabo las gestiones, así como los trabajos que sean precisos. Las principales características de este tipo de obras son:

- El constructor es el encargado de llevar a cabo la gestión práctica de los trabajos, aportando los conocimientos, los medios y todo lo necesario para su realización, percibiendo un tanto por ciento prefijado acerca del importe total de los gastos realizados y aportados por el Constructor.
- El promotor es el encargado directo de abonar los gastos derivados de la realización de los trabajos, o bien, a través del constructor, teniendo este primero el poder de ordenar la marcha de los trabajos, así como la elección de materiales, aparatos y todos aquellos elementos necesarios para la realización del trabajo.

### LIQUIDACIÓN DE OBRAS POR ADMINISTRACIÓN

Para la liquidación de los trabajos ejecutados por la administración indirecta, se guiarán por las normas establecidas en las “Condiciones particulares de índole económica” vigentes en la obra. Si no se han establecido, será el Constructor el que le presente las cuentas de la administración al Promotor, en donde se valorará y se deberán de acompañar y agrupar los siguientes documentos conformados por el Director Técnico:

- Nóminas de los empleados, enmarcados dentro de lo establecido por la legislación vigente.
- Facturas originales de los materiales adquiridos, así como su justificación dentro de la obra.
- Facturas originales de las retiradas de los escombros, así como del transporte de los materiales hasta la obra.
- Recibos de impuestos, licencias y demás cargas de la obra que haya abonado o intervenido el Constructor.

### ABONO AL CONSTRUCTOR DE LAS CUENTAS DE ADMINISTRACIÓN DELEGADA

A excepción de un acuerdo distinto, los abonos al Constructor de las cuentas de Administración delegada los efectuará el Promotor mensualmente en función de los trabajos realizados y aprobaos por el propietario o su representante.

Así mismo y de manera independiente, el Director Técnico será el encargado de efectuar con la misma periodicidad una valoración de la obra en relación con el presupuesto aprobado.

### **NORMAS PARA LA ADQUISICIÓN DE LOS MATERIALES Y APARATOS**

Aunque la adquisición de los materiales y de los instrumentos recae sobre el Promotor, si se le autoriza al constructor para su gestión y adquisición, deberá de presentar al promotor o, en su defecto, al Director Técnico los precios y muestras tanto de la maquinaria, como de los materiales antes de su adquisición ya que necesita de su aprobación antes de adquirirlos.

### **RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR POR BAJO RENDIMIENTO DE LOS OBREROS**

Si el Director Técnico advirtiese de un rendimiento notablemente inferior de la mano de obra en comparación con el rendimiento normal admitido para unidades de obras similares, se le notificará por escrito al Constructor para que este lleve a cabo las gestiones necesarias para aumentar su producción hasta la cuantía establecida por el Director Técnico.

Si una vez recibida la notificación el constructor, durante los meses sucesivos no aumentase el rendimiento hasta los valores establecidos por el director Técnico, el Promotor podrá resarcirse de la diferencia, rebajando dicho importe del porcentaje correspondiente al Constructor de las liquidaciones quincenales. Si no se llega a un acuerdo entre ambas partes en lo referido al rendimiento de la mano de obra, esta será sometida a un arbitraje.

### **RESPONSABILIDADES DEL CONSTRUCTOR**

En los trabajos derivados de Obras por Administración delegada, el Constructor únicamente será responsable de los accidentes o problemas que pudieran afectar a los obreros o a terceras personas por no haberse tomado las medidas requeridas por las disposiciones legales vigentes establecidas.

Sin embargo, no será responsable del mal resultado que pudiesen arrojar los materiales y/o maquinaria empleados. Aunque el Constructor está en la obligación de reparar por su cuenta los trabajos defectuosos, respondiendo ante los accidentes o problemas mencionados con anterioridad.

## **6. Valoración y abono de los trabajos**

### **FORMAS VARIAS DE ABONOS DE LAS OBRAS**

Dependiendo de la modalidad escogida para la contratación de las obras, a excepción de que el contrato realizado entre el Promotor y el Contratista se indique otra cosa, el abono de los trabajos se realizará de la siguiente forma:



- Tipo fijo o tanto alzado total: se abonará la cifra fijada previamente como base de su adjudicación.
- Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra: fijado con anterioridad en donde únicamente variará únicamente en el número de unidades ejecutadas.
- Tanto variable por unidad de obra: según las condiciones así como los diversos materiales empleados en su ejecución en consonancia con lo establecido por el Director Técnico.
- Por listas de jornales y recibos de materiales autorizados según el contrato establecido entre el Promotor y el Contratista.
- Por horas de trabajo, ajustándose a las condiciones expuestas en el contrato.

### RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICADAS

En cada una de las temporadas establecidas entre el Promotor y el Contratista, formará este último una valoración de las obras ejecutadas dentro de los plazos establecidos según la medición estipulada por el Director Técnico.

Lo llevado a cabo por el Contratista en las condiciones ya prescritas será valorado aplicando el resultado de la medición cúbica, superficial, general, ponderada, lineal o numeral correspondiente a cada sección de la obra, los presupuestos preestablecidos para ellas, teniendo presente lo establecido en el Pliego en relación a las sustituciones y/o mejoras de los materiales, así como de las obras accesorias, etc.

Al Contratista se le facilitarán dichas mediciones a través del Director Técnico, acompañándolos de una nota de envío, a efectos de que dentro del plazo de diez días a partir de su recibo, pueda este examinarlos y devolverlos firmados con su conformidad o con las observaciones o reclamaciones que crea convenientes en el plazo de diez días desde su recibo, siendo el Director Técnico quien acepte o rechace dichas reclamaciones si estas existiesen y haciéndole llegar la resolución de las mismas, pudiendo el Contratista acudir ante el propietario en segunda instancia contra la resolución del director Técnico.

Las relaciones valoradas contendrán únicamente la obra ejecutada en el plazo concreto a valorar. En caso de que el Director Técnico así lo exigiera, se podría extender hasta los inicios.

### MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS

Cuando el contratista, incluso cuando cuente con la autorización del Director Técnico emplease materiales más costosos o con una mayor preparación o tamaño al que es señalado en el Proyecto o se incluyese en la obra una modificación beneficiosa para esta no tendrá derecho más que al abono del importe correspondiente a la construcción ajustándose estrictamente a lo contratado o adjudicado.

### ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA

El abono de los trabajos presupuestados en partida alzada será efectuado en consonancia con el procedimiento correspondiente según los expresados a continuación:

Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.

Si existen precios contratados para unidades de obras iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.

Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida de alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida deba justificarse, en cuyo caso el Director Técnico indicará al contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que debe seguirse para llevar dicha cuenta.

### **ABONO DE AGOTAMIENTOS, ENSAYOS Y OTROS TRABAJOS ESPECIALES NO CONTRATADOS**

Cuando fuese necesario realizar ensayos, inyecciones, agotamientos u otra clase de trabajos especiales y ordinarios que por no estar contratados no son competencia del Contratista, si no se contratase a una tercera persona para su efectuación, la obligación recaerá sobre el contratista de su realización, así como de satisfacer los gastos ocasionados, siendo estos abonados por el Propietario de manera separada a la contrata.

Además de estos gastos, se le abonarán mensualmente el tanto por ciento del importe total especificado en el Contrato establecido entre el Promotor y el contratista.

### **PAGOS**

Los pagos serán efectuados en los plazos establecidos y por el promotor, correspondiendo su importe a las certificaciones de obra descritas por el Director Técnico.

### **ABONO DE TRABAJOS EJECUTADOS DURANTE EL PLAZO DE GARANTÍA**

Una vez la recepción provisional ha sido realizada y durante el periodo de garantía se hubieran llevado a cabo trabajos cualesquiera, su abono se resolverá de la siguiente manera:

- Si se han ejecutado trabajos precisos de reparación de desperfectos por el uso de la estructura durante dicho plazo, serán valorados y abonados conforme a los precios actuales y previamente acordados.
- Si los trabajos ejecutados estuvieran reflejados en el proyecto y su realización no se hubiese llevado a cabo por el Contratista dentro de los tiempos estipulados y el Director Técnico exigiera su realización durante el periodo de garantía, serán valorados según los precios reflejados en el presupuesto y abonados conforme a lo establecido en el contrato entre Promotor y Contratista.

- Si se han realizado trabajos para reparar desperfectos por construcciones deficientes o vinculados a la calidad de los materiales, no se le abonará nada al contratista por ello.

## 7. Indemnizaciones mutuas

### IMPORTE DE LA INDEMNIZACIÓN POR RETRASO NO JUSTIFICADO EN EL PLAZO DE TERMINACIÓN DE LAS OBRAS

La indemnización correspondiente por el retraso en la finalización de la obra se establecerá en una cantidad fija o en un porcentaje del importe total de los trabajos, el cual debe ser reflejado en el contrato establecido entre Promotor y Contratista por cada día natural de retraso a partir del día final estipulado en el calendario de obra.

### DEMORA DE LOS PAGOS

Si el promotor no realizase el pago de las obras efectuadas dentro del mes siguiente al fijado, el Contratista tendrá el derecho a recibir la cantidad previamente pactada en el contrato en concepto de interés de demora durante el tiempo de retraso y sobre el importe de dicha certificación.

Si transcurriesen dos meses desde el plazo de un mes sin realizarse el pago, el Contratista tendrá derecho a la resolución del contrato, liquidando la parte correspondiente a las obras ejecutadas y de los materiales y maquinaria utilizadas siempre y cuando se reúnan las condiciones preestablecidas y la cantidad de los materiales no sea superior a la necesaria.

### MEJORAS Y AUMENTOS DE OBRA. CASOS CONTRARIOS

No serán admitidas las mejoras de obra a excepción de aquellas aprobadas por escrito por el Director Técnico siempre que estos trabajos nuevos mejoren la calidad de los ya contratados, la de los materiales o maquinaria empleada.

Tampoco serán admitidas aumentos de obra de las unidades ya contratadas al no ser que se produzca un fallo en las mediciones del proyecto a menos que el Director Técnico dictamine su ampliación por escrito.

En todos estos casos se establecerá como requisito que las partes contratantes plasmen por escrito los importes totales de aquellas medidas que han sido mejoradas, así como los precios de los nuevos materiales y maquinaria antes de su ejecución.

Se utilizará el mismo criterio cuando el Director Técnico incluya innovaciones que supongan una reducción de los importes ya contratados.

## UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES

Cuando fuese necesario valorar una obra defectuosa pero aceptable según los criterios del Director Técnico, será este quien fije el precio de abono al contratista, quien deberá de conformarse con dicha resolución a excepción de que, estando aún dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla sujeto a condiciones sin exceder el plazo de finalización.

## SEGURO DE LAS OBRAS

El contratista está obligado a asegurar la obra durante todo el periodo de su ejecución hasta el momento de la recepción final. La cuantía del seguro coincidirá con el valor que tengan por contrata lo asegurado en todo momento. Además, el importe abonado por la entidad aseguradora si se produjese un siniestro sería a nombre del promotor para que, con ella, se abone la obra que se construya y a medida se vaya efectuando. El reintegro de la cantidad al contratista se llevará a cabo a través de certificaciones al igual que el resto de trabajos.

En ningún caso, salvo conformidad por parte del Contratista en documentación pública, el Promotor podrá utilizar el importe para fines distintos del de la reconstrucción de la obra siniestrada. La infracción de ello será justificación suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato con abono completo de gastos, materiales, fianza, etc. Así como el derecho a una indemnización equivalente al importe de los daños causados al contratista por dicho siniestro y que no hubieran sido previamente abonados, aunque esta estará en proporción equivalente a la indemnización abonada por la Entidad Aseguradora, siendo los daños tasados por el Director Técnico.

En aquellas obras de reparación o reforma, se fijará previamente qué parte del edificio será asegurada, así como su cuantía. Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza serán puestos en conocimiento del Promotor a través del Contratista previamente a su contratación.

## CONSERVACIÓN DE LA OBRA

Si el Contratista no se preocupa de la conservación de la obra durante el periodo de garantía y siempre y cuando no haya sido ocupado por el promotor, será el Director Técnico quien, en representación del propietario, podrá disponer toda la información necesaria para su buena conservación, siendo abonado en su totalidad por cuenta de la contrata.

Cuando el Contratista del edificio lo abandone debido a la resolución del contrato, así como por la finalización satisfactoria de este, deberá de dejarlo limpio y desocupado en el plazo que el Director Técnico fije, salvo que se originasen circunstancias justificables que no permitieran respetar dichos plazos.

El Contratista está obligado en todo caso, ocupado o no el edificio, a revisar y reparar la obra durante todo el periodo de garantía, resolviendo la situación tal y como se menciona en el presente pliego.

## **USO POR EL CONTRATISTA DEL EDIFICIO O BIENES DEL PROMOTOR**

Cuando el Contratista ocupe durante la ejecución de las obras edificios o utilice los materiales y maquinarias pertenecientes a esta, previamente a ello autorizado por el Promotor, tendrá la obligación de su conservación, así como de la reparación de estos para su entrega a la finalización del contrato, sin derecho a indemnización por las mejoras o reposiciones realizadas en el edificio, propiedad o material que se hayan empleado.

En el caso de que a la finalización del contrato el Contratista no hubiese cumplido con lo previsto en este apartado, lo llevará a cabo el Promotor a costa del primero y con cargo o retención en su fianza.

## **8. Condiciones técnicas particulares**

### **CONDICIONES GENERALES**

#### **Artículo 1. Calidad de los materiales.**

Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción. Los productos de construcción que se incorporen con carácter permanente a los edificios, en función de su uso previsto, llevarán el marcado CE, de conformidad con la Directiva 89/106/CEE de productos de construcción, transpuesta por el Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, modificado por el Real Decreto 1329/1995, de 28 de julio, y disposiciones de desarrollo, u otras Directivas Europeas que les sean de aplicación.

#### **Artículo 2. Pruebas y ensayos de materiales.**

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

#### **Artículo 3. Materiales no consignados en proyecto.**

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

#### **Artículo 4. Condiciones generales de ejecución.**

Condiciones generales de ejecución. Todos los trabajos, incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción, de acuerdo con las condiciones establecidas en el artículo 7 del Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

## **CONDICIONES QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES Y CONDICIONES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA**

### **Artículo 5. Movimiento de tierras.**

Ejecución de desmontes y terraplenes para obtener en el terreno una superficie regular definida por los planos donde habrán de realizarse otras excavaciones en fase posterior, asentarse obras o simplemente para formar una explanada. Comprende además los trabajos previos de limpieza y desbroce del terreno y la retirada de la tierra vegetal.

- El desmonte a cielo abierto consiste en rebajar el terreno hasta la cota de profundidad de la explanación.
- El terraplenado consiste en el relleno con tierras de huecos del terreno o en la elevación del nivel del mismo.
- Los trabajos de limpieza del terreno consisten en extraer y retirar de la zona de excavación, los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, escombro, basuras o cualquier tipo de material no deseable, así como excavación de la capa superior de los terrenos cultivados o con vegetación, mediante medios manuales o mecánicos.
- La retirada de la tierra vegetal consiste en rebajar el nivel del terreno mediante la extracción, por medios manuales o mecánicos, de la tierra vegetal para obtener una superficie regular definida por los planos donde se han de realizar posteriores excavaciones.

El contratista deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes de todas las excavaciones que realice, y aplicar oportunamente los medios de sostenimiento, entibación, refuerzo y protección superficial del terreno apropiados, a fin de impedir desprendimientos y deslizamientos que pudieran causar daños a personas o a las obras, aunque tales medios no estuviesen definidos en el proyecto, ni hubieran sido ordenados por el director de obra.

Todos los materiales que se obtengan de la excavación se utilizarán en la formación de rellenos, y demás usos fijados en el proyecto, o que señale el director de obra. Las rocas o bolas de piedra que aparezcan en la explanada en zonas de desmonte en tierra, deberán eliminarse.

Excavación en roca.

Las excavaciones en roca se ejecutarán de forma que no se dañe, quebrante o desprenda la roca no excavada. Se pondrá especial cuidado en no dañar los taludes del desmonte y la cimentación de la futura explanada.

#### Preparación

Antes de empezar el vaciado, el director de obra aprobará el replanteo efectuado.

Las camillas del replanteo serán dobles en los extremos de las alineaciones y estarán separadas del borde del vaciado no menos de 1 m.

Se dispondrán puntos fijos de referencia en lugares que no puedan ser afectados por el vaciado, a los cuales se referirán todas las lecturas de cotas de nivel y desplazamientos horizontales y verticales de los puntos del terreno. Las lecturas diarias de los desplazamientos referidos a estos puntos se anotarán en un estadillo para su control por la dirección facultativa.

Para las instalaciones que puedan ser afectadas por el vaciado, se recabará de sus Compañías la posición y solución a adoptar, así como la distancia de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

Además se comprobará la distancia, profundidad y tipo de la cimentación y estructura de contención de los edificios que puedan ser afectados por el vaciado.

Antes de comenzar los trabajos, se revisará el estado de las entibaciones, reforzándolas si fuera necesario, así como las construcciones próximas, comprobando si se observan asientos o grietas.

#### Fases de ejecución

El contratista deberá asegurar la estabilidad de los taludes y paredes de todas las excavaciones que realice, y aplicar oportunamente los medios de sostenimiento, entibación, refuerzo y protección superficial del terreno apropiados, a fin de impedir desprendimientos y deslizamientos que pudieran causar daños a personas o a las obras. Además, el director de obra podrá ordenar la colocación de apeos, entibaciones, protecciones, refuerzos o cualquier otra medida de sostenimiento o protección en cualquier momento de la ejecución del elemento de las obras.

El contratista adoptará las medidas necesarias para evitar la entrada de agua y mantener libre de agua la zona de las excavaciones. A estos fines se construirán las protecciones, zanjas y cunetas, drenajes y conductos de desagüe que sean necesarios.

Si apareciera el nivel freático, se mantendrá la excavación en cimienta libre de agua así como el relleno posterior, para ello se dispondrá de bombas de agotamiento, desagües y canalizaciones de capacidad suficiente.

Los pozos de acumulación y aspiración de agua se situarán fuera del perímetro de la cimentación y la succión de las bombas no producirá socavación o erosiones del terreno, ni del hormigón colocado.

#### EXCAVACIÓN EN ZANJAS Y POZOS.

Excavaciones abiertas y asentadas en el terreno, accesibles a operarios, realizadas con medios manuales o mecánicos, con ancho o diámetro no mayor de 2 m ni profundidad superior a 7 m.

Las zanjas son excavaciones con predominio de la longitud sobre las otras dos dimensiones, mientras que los pozos son excavaciones de boca relativamente estrecha con relación a su profundidad.

Los bataches son excavaciones por tramos en el frente de un talud, cuando existen viales o cimentaciones próximas.

#### *De los componentes*

##### Productos constituyentes

- Entibaciones: tablones y codales de madera, clavos, cuñas, etc.
- Maquinaria: pala cargadora, compresor, retroexcavadora, martillo neumático, martillo rompedor, motoniveladora, etc.
- Materiales auxiliares: explosivos, bomba de agua, etc.

#### *De la ejecución.*

##### Preparación

Antes de comenzar las excavaciones, estarán aprobados por la dirección facultativa el replanteo y las circulaciones que rodean al corte.

Las camillas de replanteo serán dobles en los extremos de las alineaciones, y estarán separadas del borde del vaciado no menos de 1 m.

Se solicitará de las correspondientes Compañías, la posición y solución a adoptar para las instalaciones que puedan ser afectadas por la excavación, así como la distancia de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

Se protegerán los elementos de Servicio Público que puedan ser afectados por la excavación, como bocas de riego, tapas y sumideros de alcantarillado, farolas, árboles, etc.

Se dispondrán puntos fijos de referencia, en lugares que no puedan ser afectados por la excavación, a los que se referirán todas las lecturas de cotas de nivel y desplazamientos horizontales y/o verticales de los puntos



del terreno y/o edificaciones próximas señalados en la documentación técnica. Las lecturas diarias de los desplazamientos referidos a estos puntos se anotarán en un estadillo para su control por la dirección facultativa.

Se determinará el tipo, situación, profundidad y dimensiones de cimentaciones que estén a una distancia de la pared del corte igual o menor de dos veces la profundidad de la zanja.

Se evaluará la tensión de compresión que transmite al terreno la cimentación próxima.

El contratista notificará al director de las obras, con la antelación suficiente el comienzo de cualquier excavación, a fin de que éste pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado.

#### Fases de ejecución

Una vez efectuado el replanteo de las zanjas o pozos, el director de obra autorizará el inicio de la excavación.

La excavación continuará hasta llegar a la profundidad señalada en los planos y obtenerse una superficie firme y limpia a nivel o escalonada, según se ordene por la dirección facultativa.

El director de obra podrá autorizar la excavación en terreno meteorizable o erosionable hasta alcanzar un nivel equivalente a 30 cm por encima de la generatriz superior de la tubería o conducción a instalar y posteriormente excavar, en una segunda fase, el resto de la zanja hasta la rasante definitiva del fondo.

El comienzo de la excavación de zanjas o pozos, cuando sea para cimientos, se acometerá cuando se disponga de todos los elementos necesarios para proceder a su construcción, y se excavarán los últimos 30 cm en el momento de hormigonar.

Los fondos de las zanjas se limpiarán de todo material suelto y sus grietas o hendiduras se rellenarán con el mismo material que constituya el apoyo de la tubería o conducción.

En general, se evitará la entrada de aguas superficiales a las excavaciones, achicándolas lo antes posible cuando se produzcan, y adoptando las soluciones previstas para el saneamiento de las profundas.

Cuando los taludes de las excavaciones resulten inestables, se entibarán.

En tanto se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y fondo de la excavación, se conservarán las contenciones, apuntalamientos y apeos realizados para la sujeción de las construcciones y/o terrenos adyacentes, así como de vallas y/o cerramientos.

#### EXCAVACIÓN EN ZANJAS Y POZOS.

Excavaciones abiertas y asentadas en el terreno, accesibles a operarios, realizadas con medios manuales o mecánicos, con ancho o diámetro no mayor de 2 m ni profundidad superior a 7 m.

Las zanjas son excavaciones con predominio de la longitud sobre las otras dos dimensiones, mientras que los pozos son excavaciones de boca relativamente estrecha con relación a su profundidad.

Los bataches son excavaciones por tramos en el frente de un talud, cuando existen viales o cimentaciones próximas.

#### *De los componentes*

##### Productos constituyentes

- Entibaciones: tablones y codales de madera, clavos, cuñas, etc.
- Maquinaria: pala cargadora, compresor, retroexcavadora, martillo neumático, martillo rompedor, motoniveladora, etc.
- Materiales auxiliares: explosivos, bomba de agua, etc.

#### *De la ejecución.*

##### Preparación

Antes de comenzar las excavaciones, estarán aprobados por la dirección facultativa el replanteo y las circulaciones que rodean al corte.

Las camillas de replanteo serán dobles en los extremos de las alineaciones, y estarán separadas del borde del vaciado no menos de 1 m.

Se solicitará de las correspondientes Compañías, la posición y solución a adoptar para las instalaciones que puedan ser afectadas por la excavación, así como la distancia de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

Se protegerán los elementos de Servicio Público que puedan ser afectados por la excavación, como bocas de riego, tapas y sumideros de alcantarillado, farolas, árboles, etc.

Se dispondrán puntos fijos de referencia, en lugares que no puedan ser afectados por la excavación, a los que se referirán todas las lecturas de cotas de nivel y desplazamientos horizontales y/o verticales de los puntos del terreno y/o edificaciones próximas señalados en la documentación técnica. Las lecturas diarias de los desplazamientos referidos a estos puntos se anotarán en un estadillo para su control por la dirección facultativa.

Se determinará el tipo, situación, profundidad y dimensiones de cimentaciones que estén a una distancia de la pared del corte igual o menor de dos veces la profundidad de la zanja.

Se evaluará la tensión de compresión que transmite al terreno la cimentación próxima.

El contratista notificará al director de las obras, con la antelación suficiente el comienzo de cualquier excavación, a fin de que éste pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado.

#### Fases de ejecución

Una vez efectuado el replanteo de las zanjas o pozos, el director de obra autorizará el inicio de la excavación.

La excavación continuará hasta llegar a la profundidad señalada en los planos y obtenerse una superficie firme y limpia a nivel o escalonada, según se ordene por la dirección facultativa.

El director de obra podrá autorizar la excavación en terreno meteorizable o erosionable hasta alcanzar un nivel equivalente a 30 cm por encima de la generatriz superior de la tubería o conducción a instalar y posteriormente excavar, en una segunda fase, el resto de la zanja hasta la rasante definitiva del fondo.

El comienzo de la excavación de zanjas o pozos, cuando sea para cimientos, se acometerá cuando se disponga de todos los elementos necesarios para proceder a su construcción, y se excavarán los últimos 30 cm en el momento de hormigonar.

Los fondos de las zanjas se limpiarán de todo material suelto y sus grietas o hendiduras se rellenarán con el mismo material que constituya el apoyo de la tubería o conducción.

En general, se evitará la entrada de aguas superficiales a las excavaciones, achicándolas lo antes posible cuando se produzcan, y adoptando las soluciones previstas para el saneamiento de las profundas.

Cuando los taludes de las excavaciones resulten inestables, se entibarán.

En tanto se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y fondo de la excavación, se conservarán las contenciones, apuntalamientos y apeos realizados para la sujeción de las construcciones y/o terrenos adyacentes, así como de vallas y/o cerramientos.

Controles durante la ejecución: Puntos de observación.

- Replanteo:
- Cotas entre ejes.
- Dimensiones en planta.
- Zanjas y pozos. No aceptación de errores superiores al 2,5/1000 y variaciones iguales o superiores a + - 10 cm.
- Durante la excavación del terreno:

- Comparar terrenos atravesados con lo previsto en Proyecto y Estudio Geotécnico.
- Identificación del terreno de fondo en la excavación. Compacidad.
- Comprobación cota de fondo.
- Excavación colindante a medianerías. Precauciones.
- Nivel freático en relación con lo previsto.
- Defectos evidentes, cavernas, galerías, colectores, etc.
- Agresividad del terreno y/o del agua freática.
- Pozos. Entibación en su caso.
- Comprobación final:
  - Bataches: No aceptación: zonas macizas entre bataches de ancho menor de 90 cm del especificado en el plano y el batache, mayor de 110 cm de su dimensión.
  - El fondo y paredes de las zanjás y pozos terminados, tendrán las formas y dimensiones exigidas, con las modificaciones inevitables autorizadas, debiendo refinarse hasta conseguir unas diferencias de + - 5 cm, con las superficies teóricas.
  - Se comprobará que el grado de acabado en el refino de taludes, será el que se pueda conseguir utilizando los medios mecánicos, sin permitir desviaciones de línea y pendiente, superiores a 15 cm, comprobando con una regla de 4 m.
  - Las irregularidades localizadas, previa a su aceptación, se corregirán de acuerdo con las instrucciones de la dirección facultativa.
  - Se comprobarán las cotas y pendientes, verificándolo con las estacas colocadas en los bordes del perfil transversal de la base del firme y en los correspondientes bordes de la coronación de la trinchera.

Conservación hasta la recepción de las obras

Se conservarán las excavaciones en las condiciones de acabado, tras las operaciones de refino, limpieza y nivelación, libres de agua y con los medios necesarios para mantener la estabilidad.

En los casos de terrenos meteorizables o erosionables por las lluvias, la excavación no deberá permanecer abierta a su rasante final más de 8 días sin que sea protegida o finalizados los trabajos de colocación de la tubería, cimentación o conducción a instalar en ella.

Medición y abono.

Metro cúbico de excavación a cielo abierto

Medidos sobre planos de perfiles transversales del terreno, tomados antes de iniciar este tipo de excavación, y aplicadas las secciones teóricas de la excavación, en terrenos deficientes, blandos, medios, duros y rocosos, con medios manuales o mecánicos.

Metro cuadrado de refino, limpieza de paredes y/o fondos de la excavación y nivelación de tierras.

En terrenos deficientes, blandos, medios y duros, con medios manuales o mecánicos, sin incluir carga sobre transporte.

RELLENO Y APISONADO DE ZANJAS DE POZOS.

Se definen como obras de relleno, las consistentes en la extensión y compactación de suelos procedentes de excavaciones o préstamos que se realizan en zanjas y pozos.

*De los componentes.*

Productos constituyentes

Tierras o suelos procedentes de la propia excavación o de préstamos autorizados por la dirección facultativa.

Control y aceptación

Previa a la extensión del material se comprobará que es homogéneo y que su humedad es la adecuada para evitar su segregación durante su puesta en obra y obtener el grado de compactación exigido.

Los acopios de cada tipo de material se formarán y explotarán de forma que se evite su segregación y contaminación, evitándose una exposición prolongada del material a la intemperie, formando los acopios sobre superficies no contaminantes y evitando las mezclas de materiales de distintos tipos.

El soporte

La excavación de la zanja o pozo presentará un aspecto cohesivo. Se habrán eliminado los lentejones y los laterales y fondos estarán limpios y perfilados.

De la ejecución.

Preparación

Cuando el relleno haya de asentarse sobre un terreno en el que existan corrientes de agua superficial o subálvea, se desviarán las primeras y captarán las segundas, conduciéndolas fuera del área donde vaya a realizarse el relleno, ejecutándose éste posteriormente.

Fases de ejecución

En general, se verterán las tierras en el orden inverso al de su extracción cuando el relleno se realice con tierras propias.

Se rellenará por tongadas apisonadas de 20 cm, exentas las tierras de áridos o terrones mayores de 8 cm.

En los últimos 50 cm se alcanzará una densidad seca del 100% de la obtenida en el ensayo Próctor Normal y del 95% en el resto. Cuando no sea posible este control, se comprobará que el pisón no deje huella tras apisonarse fuertemente el terreno y se reducirá la altura de tongada a 10 cm y el tamaño del árido o terrón a 4 cm.

Si las tierras de relleno son arenosas, se compactará con bandeja vibratoria.

#### Control y aceptación

Unidad y frecuencia de inspección: cada 50 m<sup>3</sup> o fracción, y no menos de uno por zanja o pozo.

- Compactación.

Rechazo: si no se ajusta a lo especificado o si presenta asientos en su superficie.

Se comprobará, para volúmenes iguales, que el peso de muestras de terreno apisonado no sea menor que el terreno inalterado colindante.

#### Conservación hasta la recepción de las obras

El relleno se ejecutará en el menor plazo posible, cubriéndose una vez terminado, para evitar en todo momento la contaminación del relleno por materiales extraños o por agua de lluvia que produzca encharcamientos superficiales.

Si a pesar de las precauciones adoptadas, se produjese una contaminación en alguna zona del relleno, se eliminará el material afectado, sustituyéndolo por otro en buenas condiciones.

#### Medición y abono.

- Metro cúbico de relleno y extendido de material filtrante.

Compactado, incluso refino de taludes.

- Metro cúbico de relleno de zanjas o pozos.

Con tierras propias, tierras de préstamo y arena, compactadas por tongadas uniformes, con pisón manual o bandeja vibratoria.

#### **Artículo 6. Carpintería metálica**

Ventanas y puertas compuestas de hoja/s fija/s, abatible/s, corredera/s, plegables, oscilobatiente/s o pivotante/s, realizadas con perfiles de aluminio, con protección de anodizado o lacado. Recibidas sobre el cerramiento o en ocasiones fijadas sobre precerco. Incluirán todos los junquillos, patillas de fijación, chapas, tornillos, burletes de goma, accesorios, así como los herrajes de cierre y de colgar necesarios.

De los componentes.

Productos constituyentes

Precerco, en los casos que se incluye, este podrá ser de perfil tubular conformado en frío de acero galvanizado, o de madera.

Perfiles y chapas de aleación de aluminio con protección anódica de espesor variable, en función de las condiciones ambientales en que se vayan a colocar:

- 15 micras, exposición normal y buena limpieza.
- 20 micras, en interiores con rozamiento.
- 25 micras, en atmósferas marina o industrial agresiva.

El espesor mínimo de pared en los perfiles es 1,5 mm, En el caso de perfiles vierteaguas 0,5 mm y en el de junquillos 1 mm.

Accesorios para el montaje de los perfiles: escuadras, tornillos, patillas de fijación, etc.; y burletes de goma, cepillos, además de todos accesorios y herrajes necesarios. Juntas perimetrales. Cepillos en caso de correderas.

Control y aceptación

El nombre del fabricante o marca comercial del producto.

Ensayos (según normas UNE):

- Medidas y tolerancias. (Inercia del perfil).
- Espesor del recubrimiento anódico.
- Calidad del sellado del recubrimiento anódico.

El suministrador acreditará la vigencia de la Certificación de Conformidad de los perfiles con los requisitos reglamentarios.

Inercia de los perfiles (podrá atenderse a lo especificado en la norma NTE-FCL).

Marca de Calidad EWAA/EURAS de película anódica.

Distintivo de calidad (Sello INCE).

Los perfiles y chapas serán de color uniforme y no presentarán alabeos, fisuras, ni deformaciones y sus ejes serán rectilíneos.

Las uniones entre perfiles se harán por medio de soldadura o vulcanizado, o escuadras interiores, unidas a los perfiles por tornillos, remaches o ensamble a presión.

Los ejes de los perfiles se encontrarán en un mismo plano, y sus encuentros formarán ángulo recto.

La cámara o canales que recogen el agua de condensación tendrá las dimensiones adecuadas. Y los orificios de desagüe serán al menos 3 por m.

Los materiales y equipos de origen industrial, deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad que se fijan en las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial. Cuando el material o equipo llegue a obra con certificado de origen industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas o disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

El soporte

La fábrica que reciba la carpintería deberá estar terminada, a falta de revestimientos. En su caso el precerco deberá estar colocado y aplomado. Deberá estar dispuesta la lámina impermeabilizante entre antepecho y el vierteaguas de la ventana.

Compatibilidad

Protección del contacto directo con el cemento o la cal, mediante precerco de madera, o si no existe precerco, mediante algún tipo de protección, cuyo espesor será según el certificado del fabricante.

Deberá tenerse especial precaución en la posible formación de puentes galvánicos por la unión de distintos materiales (soportes formados por paneles ligeros, montantes de muros cortina, etc.).

De la ejecución

Preparación

El almacenamiento en obra será en un lugar protegido de lluvias y focos húmedos, en zonas alejadas de posibles impactos. No estarán en contacto con el terreno.

Antes de su colocación hay que asegurarse de que la carpintería conserva su protección, igual que llegó a la obra.

Se comprobará el replanteo y dimensiones del hueco, o en su caso del precerco.



## Fases de ejecución

Repaso general de la carpintería: ajuste de herrajes, nivelación de hojas, etc.

Se realizarán los ajustes necesarios para mantener las tolerancias del producto y del recibido.

Fijación de la carpintería al precerco, o recibido de las patillas de la ventana a la fábrica, con mortero de cemento.

Los mecanismos de cierre y maniobra serán de funcionamiento suave y continuo.

Los herrajes no interrumpirán las juntas perimetrales de los perfiles.

Se podrán tener en cuenta las especificaciones de la norma NTE-FLC/74.

## Acabados

La carpintería quedará aplomada. Se retirará la protección después de revestir la fábrica; y se limpiará para recibir el acristalamiento.

Una vez colocadas se sellarán las juntas de la carpintería con la fachada en todo su perímetro exterior. La junta será continua y uniforme, y se aplicará sobre superficies limpias y secas. Así se asegura la estanquidad al aire y al agua.

El acristalamiento de la carpintería podrá ajustarse a lo dispuesto en la norma NTE-FVP. Fachadas.

Vidrios. Planos.

Las persianas, guías y hueco de alojamiento podrán seguir las condiciones especificadas en la norma NTE-FDP. Fachadas. Defensas. Persianas.

## Control y aceptación

Los materiales que no se ajusten a lo especificado deberán ser retirados o, en su caso, demolida o reparada la parte de obra afectada.

La prueba de servicio, para comprobar su estanquidad, debe consistir en someter los paños más desfavorables a escorrentía durante 8 horas conjuntamente con el resto de la fachada, pudiendo seguir las disposiciones de la norma NTE-FCA.

· Controles durante la ejecución: puntos de observación.

Unidad y frecuencia de inspección: 2 cada 50 unidades.

- Fijaciones laterales: mínimo dos en cada lateral. Empotramiento adecuado.

- Fijación a la caja de persiana o dintel: tres tornillos mínimo.
- Fijación al antepecho: taco expansivo en el centro del perfil (mínimo)
- Comprobación de la protección y del sellado perimetral.
- Se permitirá un desplome máximo de 2 mm por m en la carpintería. Y en algunos casos ésta deberá estar enrasada con el paramento.
- Normativa: ver Anexo de Normativa Técnica.

Conservación hasta la recepción de las obras

Se conservará la protección de la carpintería hasta el revestimiento de la fábrica y la colocación del acristalamiento.

No se apoyarán pescantes de sujeción de andamios, poleas para elevar cargas, mecanismos para limpieza exterior u otros objetos que puedan dañarla.

Medición y abono

Metro cuadrado de carpintería o superficie del hueco a cerrar, totalmente terminada, incluyendo los herrajes de cierre y de colgar, con todos los accesorios necesarios; así como colocación, sellado, protección durante las obras y limpieza final. No se incluyen persianas o todos, ni acristalamientos.

Mantenimiento.

Uso

No se modificará la carpintería, ni se colocarán acondicionadores de aire sujetos a la misma, sin que previamente se aprueben estas operaciones por técnico competente.

Conservación

Cada tres años, o antes si se apreciara falta de estanquidad, roturas o mal funcionamiento, se inspeccionará la carpintería, Se repararán los defectos que puedan aparecer en ella.

Todos los años se limpiará la suciedad y residuos de polución, detergente no alcalino y utilizando trapos o esponjas que no rayen la superficie.

Reparación. Reposición

En caso de rotura o pérdida de estanquidad de perfiles, deberán reintegrarse las condiciones iniciales o procederse a la sustitución de los elementos afectados.

## **Artículo 7. Pintura**

Revestimiento continuo con pinturas y barnices de paramentos y elementos de estructura, carpintería, cerrajería e instalaciones, previa preparación de la superficie o no con imprimación, situados al interior o al exterior, que sirven como elemento decorativo o protector.

De los componentes.

Productos constituyentes

- Imprimación: servirá de preparación de la superficie a pintar, podrá ser: imprimación para galvanizados y metales no férreos, imprimación anticorrosiva (de efecto barrera o de protección activa), imprimación para madera o tapaporos, imprimación selladora para yeso y cemento, etc.

- Pinturas y barnices: constituirán mano de fondo o de acabado de la superficie a revestir. Estarán compuestos de:

- Medio de disolución:

- Agua (es el caso de la pintura al temple, pintura a la cal, pintura al silicato, pintura al cemento, pintura plástica, etc.).

- Disolvente orgánico (es el caso de la pintura al aceite, pintura al esmalte, pintura martelé, laca nitrocelulósica, pintura de barniz para interiores, pintura de resina vinílica, pinturas bituminosas, barnices, pinturas intumescentes, pinturas ignífugas, pinturas intumescentes, etc.).

- Aglutinante (colas celulósicas, cal apagada, silicato de sosa, cemento blanco, resinas sintéticas, etc.).

- Pigmentos.

- Aditivos en obra: antisiliconas, aceleradores de secado, aditivos que matizan el brillo, disolventes, colorantes, tintes, etc.

Control y aceptación

- Pintura:

- Identificación de la pintura de imprimación y de acabado.

- Distintivos: Marca AENOR.

- Ensayos: determinación del tiempo de secado, viscosidad, poder cubriente, densidad, peso específico, determinación de la materia fija y volátil, resistencia a la inmersión, determinación de adherencia por corte enrejado, plegado, espesor de la pintura sobre material ferromagnético.

- Lotes: cada suministro y tipo.

Los materiales y equipos de origen industrial, deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad que se fijan en las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial. Cuando el material o equipo llegue a obra con certificado de origen industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas o disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

#### El soporte

En caso de ladrillo, cemento y derivados, éstos estarán limpios de polvo y grasa y libres de adherencias o imperfecciones. Las fábricas nuevas deberán tener al menos tres semanas antes de aplicar sobre ellas impermeabilizantes de silicona.

En caso de madera, estará limpia de polvo y grasa. El contenido de humedad de una madera en el momento de pintarse o barnizarse será para exteriores, 14-20 % y para interiores, 8-14 % demasiado húmeda. Se comprobará que la madera que se pinta o barniza tiene el contenido en humedad normal que corresponde al del ambiente en que ha de estar durante su servicio.

En caso de soporte metálico, estará libre de óxidos.

En general, las superficies a recubrir deberán estar secas si se usan pinturas de disolvente orgánico; en caso de pinturas de cemento, el soporte deberá estar humedecido.

#### Compatibilidad

- En exteriores, y según el tipo de soporte, podrán utilizarse las siguientes pinturas y barnices:
  - Sobre ladrillo, cemento y derivados: pintura a la cal, al silicato, al cemento, plástica, al esmalte y barniz hidrófugo.
  - Sobre madera: pintura al óleo, al esmalte y barnices.
  - Soporte metálico: pintura al esmalte.
- En interiores, y según el tipo de soporte, podrán utilizarse las siguientes pinturas y barnices:
  - Sobre ladrillo: pintura al temple, a la cal y plástica.
  - Sobre yeso o escayola: pintura al temple, plástica y al esmalte.
  - Sobre cemento y derivados: pintura al temple, a la cal, plástica y al esmalte.
  - Sobre madera: pintura plástica, al óleo, al esmalte, laca nitrocelulósica y barniz.
  - Soporte metálico: pintura al esmalte, pintura martelé y laca nitrocelulósica.

De la ejecución.

#### Preparación

Estarán recibidos y montados cercos de puertas y ventanas, canalizaciones, instalaciones, bajantes, etc.

Según el tipo de soporte a revestir, se considerará:

- Superficies de yeso, cemento, albañilería y derivados: se eliminarán las eflorescencias salinas y la alcalinidad con un tratamiento químico; asimismo se rascarán las manchas superficiales producidas por moho y se desinfectará con fungicidas. Las manchas de humedades internas que lleven disueltas sales de hierro se aislarán con productos adecuados. En caso de pintura cemento, se humedecerá totalmente el soporte.
- Superficies de madera: en caso de estar afectada de hongos o insectos se tratará con productos fungicidas, asimismo se sustituirán los nudos mal adheridos por cuñas de madera sana y se sangrarán aquellos que presenten exudado de resina. Se realizará una limpieza general de la superficie y se comprobará el contenido de humedad. Se sellarán los nudos mediante goma laca dada a pincel, asegurándose que haya penetrado en las oquedades de los mismos y se lijarán las superficies.
- Superficies metálicas: se realizará una limpieza general de la superficie. Si se trata de hierro se realizará un raspado de óxidos mediante cepillo metálico, seguido de una limpieza manual esmerada de la superficie. Se aplicará un producto que desengrase a fondo de la superficie.
- En cualquier caso, se aplicará o no una capa de imprimación tapaporos, selladora, anticorrosiva, etc.

#### Fases de ejecución

- En general:

La aplicación se realizará según las indicaciones del fabricante y el acabado requerido.

La superficie de aplicación estará nivelada y uniforme.

La temperatura ambiente no será mayor de 28 °C a la sombra ni menor de 12 °C durante la aplicación del revestimiento. El soleamiento no incidirá directamente sobre el plano de aplicación. En tiempo lluvioso se suspenderá la aplicación cuando el paramento no esté protegido.

Se dejarán transcurrir los tiempos de secado especificados por el fabricante. Así mismo se evitarán, en las zonas próximas a los paramentos en periodo de secado, la manipulación y trabajo con elementos que desprendan polvo o dejen partículas en suspensión.

- Pintura al temple: se aplicará una mano de fondo con temple diluido, hasta la impregnación de los poros del ladrillo, yeso o cemento y una mano de acabado.

- Pintura a la cal: se aplicará una mano de fondo con pintura a la cal diluida, hasta la impregnación de los poros del ladrillo o cemento y dos manos de acabado.
- Pintura al silicato: se protegerán las carpinterías y vidrierías dada la especial adherencia de este tipo de pintura y se aplicará una mano de fondo y otra de acabado.
- Pintura al cemento: se preparará en obra y se aplicará en dos capas espaciadas no menos de 24 horas.
- Pintura plástica, acrílica, vinílica: si es sobre ladrillo, yeso o cemento, se aplicará una mano de imprimación selladora y dos manos de acabado; si es sobre madera, se aplicará una mano de imprimación tapaporos, un plastecido de vetas y golpes con posterior lijado y dos manos de acabado. Dentro de este tipo de pinturas también las hay monocapa, con gran poder de cubrición.
- Pintura al aceite: se aplicará una mano de imprimación con brocha y otra de acabado, espaciándolas un tiempo entre 24 y 48 horas.
- Pintura al esmalte: previa imprimación del soporte se aplicará una mano de fondo con la misma pintura diluida en caso de que el soporte sea yeso, cemento o madera, o dos manos de acabado en caso de superficies metálicas.
- Pintura martelé o esmalte de aspecto martelado: se aplicará una mano de imprimación anticorrosiva y una mano de acabado a pistola.
- Laca nitrocelulósica: en caso de que el soporte sea madera, se aplicará una mano de imprimación no grasa y en caso de superficies metálicas, una mano de imprimación antioxidante; a continuación, se aplicaran dos manos de acabado a pistola de laca nitrocelulósica.
- Barniz hidrófugo de silicona: una vez limpio el soporte, se aplicará el número de manos recomendado por el fabricante.
- Barniz graso o sintético: se dará una mano de fondo con barniz diluido y tras un lijado fino del soporte, se aplicarán dos manos de acabado.

#### Acabados

- Pintura al cemento: se regarán las superficies pintadas dos o tres veces al día unas 12 horas después de su aplicación.
- Pintura al temple: podrá tener los acabados lisos, picado mediante rodillo de picar o goteado mediante proyección a pistola de gotas de temple.

#### Control y aceptación

Controles durante la ejecución: puntos de observación.

Unidad y frecuencia de inspección: exteriores, una cada 300 m<sup>2</sup>. Interiores: una cada 4 viviendas o equivalente.

- Comprobación del soporte:
- Madera: humedad según exposición (exterior o interior) y nudos.
- Ladrillo, yeso o cemento: humedad inferior al 7 % y ausencia de polvo, manchas o eflorescencias.
- Hierro y acero: limpieza de suciedad y óxido.
- Galvanizado y materiales no férricos: limpieza de suciedad y desengrasado de la superficie.
- Ejecución:
- Preparación del soporte: imprimación selladora, anticorrosiva, etc.
- Pintado: número de manos.
- Comprobación final:
- Aspecto y color, desconchados, embolsamientos, falta de uniformidad, etc.

Medición y abono.

Metro cuadrado de superficie de revestimiento continuo con pintura o barniz, incluso preparación del soporte y de la pintura, mano de fondo y mano/s de acabado totalmente terminado, y limpieza final.

Mantenimiento.

Uso

Se evitará el vertido sobre el revestimiento de agua procedente de limpieza, jardineras, etc., así como la humedad que pudiera afectar las propiedades de la pintura. En el caso de la pintura a la cal, se evitará la exposición a lluvia batiente. En cualquier caso, se evitarán en lo posible golpes y rozaduras.

Conservación

El periodo mínimo de revisión del estado de conservación de los distintos revestimientos será función del tipo de soporte, así como su situación de exposición, pudiendo seguir las recomendaciones de la norma NTE-RPP Pinturas.

La limpieza se llevará a cabo según el tipo de pintura:

- Pinturas al temple y a la cal: se eliminará el polvo mediante trapos secos.

- Pinturas plásticas, al esmalte o martelé, lacas nitrocelulósicas, barnices grasos y sintéticos: su limpieza se realizará con esponjas humedecidas en agua jabonosa.

#### Reparación. Reposición

- Pinturas al temple: previo humedecido del paramento mediante brocha, se rascarán el revestimiento con espátula hasta su eliminación.
- Pinturas a la cal o al silicato: se recurrirá al empleo de cepillos de púas, rasquetas, etc.
- Pinturas plásticas: se conseguirá el reblandecimiento del revestimiento mediante la aplicación de cola vegetal, rascándose a continuación con espátula.
- Pinturas y barnices al aceite o sintéticos: se eliminarán con procedimientos mecánicos (lijado, acuchillado, etc.), quemado con llama, ataque químico o decapantes técnicos.
- Pinturas de lacas nitrocelulósicas: se rascarán con espátula previa aplicación de un disolvente.
- Pintura al cemento: se eliminará la pintura mediante cepillo de púas o rasqueta.
- En cualquier caso, antes de la nueva aplicación del acabado, se dejará el soporte preparado como indica la especificación correspondiente.

### **Artículo 8. Albañilería**

#### FÁBRICA DE BLOQUE DE HORMIGÓN.

Cerramiento de bloque de hormigón tomado con mortero compuesto por cemento y/o cal, arena, agua y a veces aditivos, que constituye fachadas compuestas de varias hojas, con / sin cámara de aire, pudiendo ser sin revestir, o con revestimiento, de tipo continuo o aplacado.

#### De los componentes

#### Productos constituyentes

- Cerramiento sin cámara de aire: estará formado por las siguientes hojas:
  - Con / sin revestimiento exterior: si el aislante se coloca en la parte exterior de la hoja principal del bloque, podrá ser de mortero cola armado con malla de fibra de vidrio de espesor mínimo acabado con revestimiento plástico delgado, etc. Si el aislante se coloca en la parte interior, podrá ser de mortero bastardo (Cemento:cal:arena), etc.
  - Hoja principal de bloque, formada por:



- Bloques: cumplirán las siguientes condiciones que se especifican en el Pliego general de condiciones para la recepción de los bloques de hormigón en las obras de construcción. Los bloques presentarán regularidad de dimensiones y forma que permitan la obtención de tendeles de espesor uniforme, igualdad de hiladas, paramentos regulares y asiento uniforme de las fábricas, satisfaciendo para ello las características dimensionales y de forma. Para asegurar la resistencia mecánica, durabilidad y aspecto de las fábricas, los bloques satisfarán las condiciones relativas a masa, resistencia a compresión, heladicidad, eflorescencias, succión y coloración especificadas. Los bloques no presentarán defectos que deterioren el aspecto de las fábricas y de modo que se asegure su durabilidad; para ello, cumplirán las limitaciones referentes a fisuras, exfoliaciones y desconchados por caliche.

- Mortero: en la confección de morteros, se utilizarán las cales aéreas y orgánicas clasificadas en la Instrucción para la Recepción de Cales RCA-92. Las arenas empleadas cumplirán las limitaciones relativas a tamaño máximo de granos, contenido de finos, granulometría y contenido de materia orgánica establecidas en la Norma NBE FL-90. Asimismo se admitirán todas las aguas potables y las tradicionalmente empleadas. En caso de duda, el agua deberá cumplir las condiciones de acidez, contenido en sustancias disueltas, sulfatos, cloruros., especificadas en las normas UNE. Por otro lado, el cemento utilizado cumplirá las exigencias en cuanto a composición, características mecánicas, físicas y químicas que establece la Instrucción para la recepción de cementos RC-97. Los posibles aditivos incorporados al mortero antes de o durante el amasado, llegarán a obra con la designación correspondiente según normas UNE, así como la garantía del fabricante de que el aditivo, agregado en las proporciones y condiciones previstas, produce la función principal deseada.

Las mezclas preparadas, (envasadas o a granel) en seco para morteros llevarán el nombre del fabricante y la dosificación según la Norma NBE-FL-90, así como la cantidad de agua a añadir para obtener las resistencias de los morteros tipo.

La resistencia a compresión del mortero estará dentro de los mínimos establecidos en la Norma NBE FL-90; su consistencia, midiendo el asentamiento en cono de Abrams, será de 17+ - 2 cm. Asimismo, la dosificación seguirá lo establecido en la Norma NBE FL-90 (Tabla 3.5), en cuanto a partes en volumen de sus componentes.

- Aislamiento térmico: podrá ser de lana mineral, paneles de poliuretano, de poliestireno expandido, de poliestireno extrusionado, etc., según las especificaciones recogidas en el subcapítulo ENT Termoacústicos del presente Pliego de Condiciones.

- Hoja interior: (sólo en caso de que el aislamiento vaya colocado en el interior): podrá ser de hoja de ladrillo cerámico, panel de cartón-yeso sobre estructura portante de perfiles de acero galvanizado, panel de cartón-yeso con aislamiento térmico incluido, fijado con mortero, etc.

- Revestimiento interior: será de guarnecido y enlucido de yeso y cumplirá lo especificado en el pliego del apartado ERPG Guarnecidos y enlucidos.
- Cerramiento con cámara de aire ventilada: estará formado por las siguientes hojas:
  - Con / sin revestimiento exterior: podrá ser mediante revestimiento continuo o bien mediante aplacado pétreo, fibrocemento, cerámico, compuesto, etc.
  - Hoja principal de bloque de hormigón.
  - Cámara de aire: podrá ser ventilada o semiventilada. En cualquier caso, tendrá un espesor mínimo de 4 cm y contará con separadores de acero galvanizado con goterón. En caso de revestimiento con aplacado, la ventilación se producirá a través de los elementos del mismo.
  - Aislamiento térmico.
  - Hoja interior.
  - Revestimiento interior.

#### Control y aceptación

- Bloques:

Cuando los bloques suministrados estén amparados por el sello INCE, la dirección de obra podrá simplificar la recepción, comprobando únicamente el fabricante, tipo y clase de ladrillo, resistencia a compresión en  $\text{kp/cm}^2$ , dimensiones nominales y sello INCE, datos que deberán figurar en el albarán y, en su caso, en el empaquetado. Lo mismo se comprobará cuando los ladrillos suministrados procedan de Estados miembros de la Unión Europea, con especificaciones técnicas específicas, que garanticen objetivos de seguridad equivalentes a los proporcionados por el sello INCE.

- Identificación, clase y tipo. Resistencia (según RL-88). Dimensiones nominales.
- Distintivos: Sello INCE-AENOR para ladrillos caravista.
- Ensayos: con carácter general se realizarán ensayos, conforme lo especificado en el Pliego General de Condiciones para la Recepción de los bloques en las Obras de Construcción, de características dimensionales y defectos, nódulos de cal viva, succión de agua y masa. En fábricas caravista, los ensayos a realizar, conforme lo especificado en las normas UNE, serán absorción de agua, eflorescencias y heladicidad. En fábricas exteriores en zonas climáticas X e Y se realizarán ensayos de heladicidad.
- Morteros:
- Identificación:

- Mortero: tipo. Dosificación.
- Cemento: tipo, clase y categoría.
- Agua: fuente de suministro.
- Cales: tipo. Clase.
- Arenas (áridos): tipo. Tamaño máximo.
- Distintivos:
  - Mortero: Documento de Idoneidad Técnica o bien otros sistemas de certificación de la calidad del fabricante.
  - Cemento: Marca AENOR u Homologación del Ministerio de Fomento.
  - Arenas: Marca AENOR u Homologación por el Ministerio de Fomento.
  - Ensayos:
    - Mortero: resistencia a compresión y consistencia con Cono de Abrams.
    - Cemento: resistencia a compresión. Tiempos de fraguado. Expansión por agujas de Le Chatelier. Pérdida al fuego. Residuo insoluble. Trióxido de azufre. Cloruros Cl. Sulfuros. Óxido de aluminio. Puzolanidad.
    - Agua: exponente de hidrógeno pH, sustancias disueltas, sulfatos SO<sub>3</sub>, ión Cloro Cl<sup>-</sup>, hidratos de carbono, sustancias orgánicas solubles en éter.
    - Cales: análisis químico de cales en general según RCA-92, finura de molido de cales aéreas y finura de molido, fraguado y estabilidad de volumen de cales hidráulicas.
    - Arenas: materia orgánica, granulometría y finos que pasan por el tamiz 0,08.
  - Aislamiento térmico:

Cumplirá todo lo referente a control y aceptación especificado en el subcapítulo ENT Termoacústicos, del presente Pliego de Condiciones.

- Panel de cartón-yeso:

Cumplirá todo lo referente a control y aceptación especificado en el subcapítulo EFT Tabiques y tableros, del presente Pliego de Condiciones.

- Revestimiento interior y exterior:

Cumplirá todo lo referente a control y aceptación especificado en el subcapítulo ERP Paramentos, del presente Pliego de Condiciones.

Los materiales y equipos de origen industrial, deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad que se fijan en las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial. Cuando el material o equipo llegue a obra con certificado de origen industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas o disposiciones, su recepción se realizará comprobando, únicamente, sus características aparentes.

#### El soporte

Se exigirá la condición de limitación de flecha a los elementos estructurales flectados: vigas de borde o remates de forjado.

Se comprobará el nivel del forjado terminado y si hay alguna irregularidad se rellenará con una torta de mortero. Los perfiles metálicos de los dinteles que conforman los huecos se protegerán con pintura antioxidante, antes de su colocación.

#### Compatibilidad

En caso de fachada, la hoja interior del cerramiento podrá ser de paneles de cartón-yeso cuando no lleve instalaciones empotradas o éstas sean pequeñas.

Cuando el aislante empleado se vea afectado por el contacto con agua se emplearán separadores para dejar al menos 1 cm entre el aislante y la cara interna de la hoja exterior.

El empleo de lana de roca o fibra de vidrio hidrofugados en la cámara del aplacado, será sopesado por el riesgo de humedades y de condensación intersticial en climas fríos que requerirían el empleo de barreras de vapor.

En caso de cerramiento de fachada revestido con aplacado, se valorará la repercusión del material de sellado de las juntas en la mecánica del sistema, y la generación de manchas en el aplacado.

En caso de fábricas de ladrillos sílicocalcareos se utilizarán morteros de cal o bastardos.

De la ejecución.

#### Preparación

Estará terminada la estructura, se dispondrá de los precercos en obra y se marcarán niveles en planta.

En cerramientos exteriores, se sacarán planos y de ser necesario se recortarán voladizos.

Antes del inicio de los muros de bloque de hormigón, se replantearán; realizado el replanteo, se colocarán miras escantilladas a distancias no mayores que 4 m, con marcas a la altura de cada hilada.

Los bloques se humedecerán en el momento de su colocación, para que no absorban el agua del mortero, regándose los ladrillos, abundantemente, por aspersión o por inmersión, apilándolos para que al usarlos no goteen.

#### Fases de ejecución

##### · En general:

Los muros de bloque se levantarán por hiladas horizontales enteras, salvo cuando 2 partes tengan que levantarse en distintas épocas, en cuyo caso la primera se dejará escalonada. Las llagas y tendeles tendrán en todo el grueso y altura de la fábrica el espesor especificado. El espacio entre la última hilada y el elemento superior, se rellenará con mortero cuando hayan transcurrido un mínimo de 24 horas. Los encuentros de esquinas o con otras fábricas, se harán mediante enjarjes en todo su espesor y en todas las hiladas. Los dinteles de los huecos se realizarán mediante viguetas pretensadas, perfiles metálicos, etc.

Los muros de bloque se trabajarán siempre a una temperatura ambiente que oscile entre 5 y 40 °C. Si se sobrepasan estos límites, 48 horas después, se revisará la obra ejecutada.

Durante la ejecución de las fábricas cerámicas, se adoptarán las siguientes protecciones:

- Contra la lluvia: las partes recientemente ejecutadas se protegerán con láminas de material plástico o similar, para evitar la erosión de las juntas de mortero.
- Contra el calor: en tiempo seco y caluroso, se mantendrá húmeda la fábrica recientemente ejecutada, para evitar el riesgo de una rápida evaporación del agua del mortero.
- Contra heladas: si ha helado antes de iniciar el trabajo, se revisará escrupulosamente lo ejecutado en las 48 horas anteriores, demoliéndose las zonas dañadas. Si la helada se produce una vez iniciado el trabajo, se suspenderá protegiendo lo recientemente construido.
- Contra derribos: hasta que las fábricas no estén estabilizadas, se arriostrarán y apuntalarán.
- Cuando el viento sea superior a 50 km/h, se suspenderán los trabajos y se asegurarán las fábricas de bloque realizadas.

En cualquier caso, la hoja exterior de ladrillo apoyará 2/3 de su profundidad en el forjado.

Se dejarán juntas de dilatación cada 20 m.

En caso de que el cerramiento de bloque constituya una medianera, irá anclado en sus 4 lados a elementos estructurales verticales y horizontales, de manera que quede asegurada su estabilidad, cuidando que los posibles desplomes no invadan una de las propiedades.

El paño de cerramiento dispondrá al menos de 60 mm de apoyo.

· En caso de cerramiento de fachada compuesto de varias hojas y cámara de aire:

Se levantará primero el cerramiento exterior y se preverá la eliminación del agua que pueda acumularse en la cámara de aire. Así mismo se eliminarán los contactos entre las dos hojas del cerramiento, que pueden producir humedades en la hoja interior.

La cámara se ventilará disponiendo orificios en las hojas de fábrica de ladrillo caravista o bien mediante llagas abiertas en la hilada inferior.

Se dejarán sin colocar uno de cada 4 bloques de la primera hilada para poder comprobar la limpieza del fondo de la cámara tras la construcción del paño completo.

En caso de recurrir a angulares para resolver las desigualdades del frente de los forjados y dar continuidad a la hoja exterior del cerramiento por delante de los soportes, dichos angulares estarán galvanizados y no se harán soldaduras en obra.

· En caso de cerramiento de fachada aplacado con cámara de aire:

Los orificios que deben practicarse en el aislamiento para el montaje de los anclajes puntuales deberán ser rellenados posteriormente con proyectores portátiles del mismo aislamiento o recortes de este adheridos con colas compatibles. En aplacados ventilados fijados mecánicamente y fuertemente expuestos a la acción del agua de lluvia, deberán sellarse las juntas.

· En caso de cerramiento de fachada con aplacado tomado con mortero, sin cámara de aire:

Se rellenarán las juntas horizontales con mortero de cemento compacto en todo su espesor; el aplacado se realizará después de que el muro de fábrica haya tenido su retracción más importante (45 días después de su terminación).

**Acabados**

Las fábricas cerámicas quedarán planas y aplomadas, y tendrán una composición uniforme en toda su altura.

**Control y aceptación**

Controles durante la ejecución: puntos de observación.

Unidad y frecuencia de inspección: 2 cada 400 m<sup>2</sup> en fábrica caravista y cada 600 m<sup>2</sup> en fábrica para revestir.

· Replanteo:

- Se comprobará si existen desviaciones respecto a proyecto en cuanto a replanteo y espesores de las hojas.
- En caso de cerramientos exteriores, las juntas de dilatación, estarán limpias y aplomadas. Se respetarán las estructurales siempre.

· Ejecución:

- Barrera antihumedad en arranque de cimentación.
- Enjarjes en los encuentros y esquinas de muros.
- Colocación de piezas: existencia de miras aplomadas, limpieza de ejecución, traba.
- Aparejo y espesor de juntas en fábrica de ladrillo caravista.
- Dinteles: dimensión y entrega.
- Arriostramiento durante la construcción.
- Revoco de la cara interior de la hoja exterior del cerramiento en fábrica caravista.
- Holgura del cerramiento en el encuentro con el forjado superior (de 2 cm y relleno a las 24 horas).
- Aislamiento térmico:
- Espesor y tipo.
- Correcta colocación. Continuidad.
- Puentes térmicos (capialzados, frentes de forjados soportes).
- Comprobación final:
- Planeidad. Medida con regla de 2 m.
- Desplome. No mayor de 10 mm por planta, ni mayor de 30 mm en todo el edificio.
- Prueba de servicio:
- Estanquidad de paños de fachada al agua de escorrentía.

**Medición y abono**

Metro cuadrado de cerramiento de bloque de hormigón tomado con mortero de cemento y o cal, de una o varias hojas, con o sin cámara de aire, con o sin enfoscado de la cara interior de la hoja exterior con mortero

de cemento, incluyendo o no aislamiento térmico, con o sin revestimiento interior y exterior, con o sin trasdosado interior, aparejada, incluso replanteo, nivelación y aplomado, parte proporcional de enjarjes, mermas y roturas, humedecido de los ladrillos y limpieza, incluso ejecución de encuentros y elementos especiales, medida deduciendo huecos superiores a 1 m<sup>2</sup>.

Mantenimiento.

Uso

No se permitirán sobrecargas de uso superiores a las previstas, ni alteraciones en la forma de trabajo de los elementos estructurales o en las condiciones de arriostramiento. Sin la autorización del técnico competente no se abrirán huecos en muros resistentes o de arriostramiento, ni se permitirá la ejecución de rozas de profundidad mayor a 1/6 del espesor del muro, ni se realizará ninguna alteración en la fachada.

Conservación

Cuando se precise la limpieza de la fábrica de ladrillo con cara vista, se lavará con cepillo y agua, o una solución de ácido acético.

Reparación. Reposición

En general, cada 10 años, o antes si fuera apreciada alguna anomalía se realizará una inspección, observando si aparecen en alguna zona fisuras de retracción, o debidas a asentos o a otras causas. Cualquier alteración apreciable debida a desplomes, fisuras o envejecimiento indebido, deberá ser analizada por técnico competente que dictaminará su importancia y peligrosidad, y en su caso las reparaciones que deban realizarse.

## **Artículo 9. Fontanería.**

ABASTECIMIENTO.

Conjunto de conducciones exteriores al edificio, que alimenta de agua al mismo, normalmente a cuenta de una compañía que las mantiene y explota. Comprende desde la toma de un depósito o conducción, hasta el entronque de la llave de paso general del edificio de la acometida.

De los componentes

Productos constituyentes

Genéricamente la instalación contará con:

- Tubos y accesorios de la instalación que podrán ser de fundición, polietileno puro...
- Llave de paso con o sin desagüe y llave de desagüe.



- Válvulas reductoras y ventosas.
- Arquetas de acometida y de registro con sus tapas, y tomas de tuberías en carga.
- Materiales auxiliares: ladrillos, morteros, hormigones...

En algunos casos la instalación incluirá:

- Bocas de incendio en columna.
- Otros elementos de extinción (rociadores, columnas húmedas).

#### Control y aceptación

Según las indicaciones iniciales del pliego sobre el control y la aceptación de los componentes, el control que podrá llegar a realizarse sobre estos, se expone a continuación. Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos, según su utilización, estos podrán ser los que se indican, además de la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos.

Tubos de acero galvanizado:

- Identificación. Marcado. Diámetros.
- Distintivos: homologación MICT y AENOR
- Ensayos (según normas UNE): aspecto, medidas y tolerancias. Adherencia del recubrimiento galvanizado. Espesor medio y masa del recubrimiento. Uniformidad del recubrimiento.
- Lotes: 1.000 m o fracción por tipo y diámetro.

Tubos de polietileno:

- Identificación. Marcado. Diámetros.
- Distintivos: ANAIP
- Ensayos (según normas UNE): identificación y aspecto. Medidas y tolerancias
- Lotes: 1.000 m o fracción por tipo y diámetro.

El resto de los componentes de la instalación deberán recibirse en obra conforme a: la documentación del fabricante, la normativa si la hubiere, especificaciones del proyecto y a las indicaciones de la dirección facultativa durante la ejecución de las obras.

El soporte

El soporte de los tubos de la instalación de abastecimiento de agua serán zanjas (con sus camas de apoyo para las tuberías) de profundidad y anchura variable dependiendo del diámetro del tubo. Dicho soporte para los tubos se preparará dependiendo del diámetro de las tuberías y del tipo de terreno:

Para tuberías de  $D < \text{ó} = 30$  cm, será suficiente una cama de grava, gravilla, arena, o suelo mojado con un espesor mínimo de 15 cm, como asiento de la tubería.

Para tuberías de  $D > \text{ó} = 30$  cm, se tendrá en cuenta las características del terreno y el tipo de material:

- En terrenos normales y de roca, se extenderá un lecho de gravilla o piedra machacada, con un tamaño máximo de 25 mm, y mínimo de 5 mm, a todo lo ancho de la zanja, con un espesor de  $1/6$  del diámetro exterior del tubo y mínimo de 20 cm, actuando la gravilla de dren al que se dará salida en los puntos convenientes.
- En terrenos malos (fangos, rellenos...), se extenderá sobre la solera de la zanja una capa de hormigón pobre, de zahorra, de 150 kg de cemento por m<sup>3</sup> de hormigón, y con un espesor de 15 cm.
- En terrenos excepcionalmente malos, (deslizantes, arcillas expandidas con humedad variable, en márgenes de ríos con riesgo de desaparición...) se tratará con disposiciones adecuadas al estudio de cada caso, siendo criterio general procurar evitarlos.

#### Compatibilidad

El terreno del interior de la zanja deberá estar limpio de residuos y vegetación además de libre de agua.

Para la unión de los distintos tramos de tubos y piezas especiales dentro de las zanjas, se tendrá en cuenta la compatibilidad de materiales y sus tipos de unión, así:

Para tuberías de fundición las piezas especiales serán de fundición y las uniones entre tubos de enchufe y cordón con junta de goma.

Para tuberías de polietileno puro, las piezas especiales serán de polietileno duro o cualquier otro material sancionado por la práctica, y no se admitirán las fabricadas por la unión mediante soldadura o pegamento de diversos elementos, las uniones entre tubos se efectuarán con mordazas a presión.

#### De la ejecución

##### Preparación

Las zanjas podrán abrirse manual o mecánicamente, pero en cualquier caso su trazado deberá ser el correcto, alineado en planta y con la rasante uniforme, coincidiendo con su desarrollo en proyecto, y en caso contrario se redefinirá en presencia de la dirección facultativa.

Se excava hasta la línea de rasante siempre que el terreno sea uniforme, y si quedasen al descubierto piedras, cimentaciones, rocas..., se excavará por debajo de la rasante y se rellenará posteriormente con arena. Dichas zanjas se mantendrán libres de agua, residuos y vegetación para proceder a la ejecución de la instalación.

Al marcar los tendidos de la instalación de abastecimiento, se tendrán en cuenta las separaciones mínimas de los conductos con otras instalaciones (medidas entre generatrices interiores de ambas conducciones) y quedando siempre por encima de la red de abastecimiento. En caso de no poder mantener las separaciones mínimas especificadas, se tolerarán separaciones menores siempre que se dispongan protecciones especiales. Siendo dichas instalaciones en horizontal y en vertical respectivamente:

- Alcantarillado: 60 y 50 cm.
- Gas: 50 y 50 cm.
- Electricidad-alta: 30 y 30 cm.
- Electricidad-baja: 20 y 20 cm.
- Telefonía: 30 cm en horizontal y vertical.

#### Fases de ejecución

Manteniendo la zanja libre de agua, disponiendo en obra de los medios adecuados de bombeo, se colocará la tubería en el lado opuesto de la zanja a aquel en que se depositen los productos de excavación, evitando que el tubo quede apoyado en puntos aislados, y aislado del tráfico.

Preparada la cama de la zanja según las características del tubo y del terreno (como se ha especificado en el apartado de soporte), se bajarán los tubos examinándolos y eliminando aquellos que hayan podido sufrir daños, y limpiando la tierra que se haya podido introducir en ellos.

A continuación, se centrarán los tubos, calzándolos para impedir su movimiento.

La zanja se rellenará parcialmente, dejando las juntas descubiertas. Si la junta es flexible, se cuidará en el montaje que los tubos no queden a tope. Dejando entre ellos la separación fijada por el fabricante.

Cuando se interrumpa la colocación, se taponarán los extremos libres.

Una vez colocadas las uniones-anclajes y las piezas especiales se procederá al relleno total de la zanja con tierra apisonada, en casos normales, y con una capa superior de hormigón en masa para el caso de conducciones reforzadas.

Cuando la pendiente sea superior al 10%, la tubería se colocará en sentido ascendente.

No se colocarán más de 100 m de tubería sin proceder al relleno de la zanja.

En el caso en que la instalación incluya boca de incendio:

- Estarán conectadas a la red mediante una conducción para cada boca, provista en su comienzo de una llave de paso, fácilmente registrable.
- En redes malladas se procurará no conectar distribuidores ciegos, en caso de hacerlo se limitará a una boca por distribuidor.
- En calles con dos conducciones se conectará a ambas.
- Se situarán preferentemente en intersecciones de calles y lugares fácilmente accesibles por los equipos de bomberos.
- La distancia entre bocas de incendio, en una zona determinada, será función del riesgo de incendio en la zona, de su posibilidad de propagación y de los daños posibles a causa del mismo. Como máximo será de 200m.
- Se podrá prescindir de su colocación en zonas carentes de edificación como parques públicos.

#### Acabados

Limpieza interior de la red, por sectores, aislando un sector mediante las llaves de paso que la definen, se abrirán las de desagüe y se hará circular el agua, haciéndola entrar sucesivamente por cada uno de los puntos de conexión del sector de la red, mediante la apertura de la llave de paso correspondiente, hasta que salga completamente limpia.

Desinfección de la red por sectores, dejando circular una solución de cloro, aislando cada sector con las llaves de paso y las de desagüe cerradas.

Evacuación del agua clorada mediante apertura de llaves de desagüe y limpieza final circulando nuevamente agua según el primer paso.

Limpieza exterior de la red, limpiando las arquetas y pintando y limpiando todas las piezas alojadas en las mismas.

#### Control y aceptación

Controles durante la ejecución: puntos de observación.

Para la ejecución de las conducciones enterradas:

Conducciones enterradas:

Unidades y frecuencia de inspección: cada ramal

- Zanjas. Profundidad. Espesor del lecho de apoyo de tubos. Uniones. Pendientes. Compatibilidad del material de relleno.

- Tubos y accesorios. Material, dimensiones y diámetro según especificaciones. Conexión de tubos y arquetas. Sellado. Anclajes.

Arquetas:

Unidades y frecuencia de inspección: cada ramal

- Disposición, material y dimensiones según especificaciones. Tapa de registro.

- Acabado interior. Conexiones a los tubos. Sellado

Acometida:

Unidades y frecuencia de inspección: cada una.

- Verificación de características de acuerdo con el caudal suscrito, presión y consumo.

- La tubería de acometida atraviesa el muro por un orificio con pasatubos rejuntado e impermeabilizado.

- Llave de registro.

Pruebas de servicio:

Prueba hidráulica de las conducciones:

Unidades y frecuencia de inspección: uno por instalación.

- Prueba de presión

- Prueba de estanquidad.

- Comprobación de la red bajo la presión estática máxima.

- Circulación del agua en la red mediante la apertura de las llaves de desagüe.

- Caudal y presión residual en las bocas de incendio.

Conservación hasta la recepción de las obras

Una vez realizada la puesta en servicio de la instalación, se cerrarán las llaves de paso y se abrirán las de desagüe hasta la finalización de las obras. También se taparán las arquetas para evitar su manipulación y la caída de materiales y objetos en ellas.

Medición y abono

Se medirá y valorará por metro lineal de tubería, incluso parte proporcional de juntas y complementos, completamente instalada y comprobada; por metro cúbico la cama de tuberías, el nivelado, relleno y compactado, completamente acabado; y por unidad la acometida de agua.

Mantenimiento.

Conservación

Cada 2 años se efectuará un examen de la red para detectar y eliminar las posibles fugas, se realizará por sectores.

A los 15 años de la primera instalación, se procederá a la limpieza de los sedimentos e incrustaciones producidos en el interior de las conducciones, certificando la inocuidad de los productos químicos empleados para la salud pública.

Cada 5 años a partir de la primera limpieza se limpiará la red nuevamente.

Reparación. Reposición

En el caso de que se haya que realizar cualquier reparación, se vaciará y se aislará el sector en el que se encuentre la avería, procediendo a cerrar todas las llaves de paso y abriendo las llaves de desagüe. Cuando se haya realizado la reparación se procederá a la limpieza y desinfección del sector.

Durante los procesos de conservación de la red se deberán disponer de unidades de repuesto, de llaves de paso, ventosas..., de cada uno de los diámetros existentes en la red, que permitan la sustitución temporal de las piezas que necesiten reparación el taller.

Será necesario un estudio, realizado por técnico competente, siempre que se produzcan las siguientes modificaciones en la instalación:

- Incremento en el consumo sobre el previsto en cálculo en más de un 10%.
- Variación de la presión en la toma.
- Disminución del caudal de alimentación superior al 10% del necesario previsto en cálculo.

AGUA FRÍA Y CALIENTE.

Instalación de agua fría y caliente en red de suministro y distribución interior de edificios, desde la toma de la red interior hasta las griferías, ambos inclusive.

De los componentes

Productos constituyentes

Agua fría:

Genéricamente la instalación contará con:

Acometida.

Contador general y/o contadores divisionarios.

Tubos y accesorios de la instalación interior general y particular. El material utilizado podrá ser cobre, acero galvanizado, polietileno.

Llaves: llaves de toma, de registro y de paso.

Grifería.

En algunos casos la instalación incluirá:

Válvulas: válvulas de retención, válvulas flotador

Otros componentes: Antiariete, deposito acumulador, grupo de presión, descalcificadores, desionizadores.

Agua caliente:

Genéricamente la instalación contará con:

Tubos y accesorios que podrán ser de polietileno reticulado, polipropileno, polibutileno, acero inoxidable

Llaves y grifería.

Aislamiento.

Sistema de producción de agua caliente, como calentadores, calderas, placas

En algunos casos la instalación incluirá:

Válvulas: válvulas de seguridad, antiretorno, de retención, válvulas de compuerta, de bola...

Otros componentes: dilatador y compensador de dilatación, vaso de expansión cerrado, acumuladores de A.C.S, calentadores, intercambiadores de placas, bomba aceleradora

Control y aceptación

Según las indicaciones iniciales del pliego sobre el control y la aceptación de los componentes, el control que podrá llegar a realizarse sobre estos, se expone a continuación. Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos, según su utilización, estos podrán ser los que se indican, además de la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos.

Tubos de acero galvanizado:

- Identificación, marcado y diámetros.
- Distintivos: homologación MICT
- Ensayos (según normas UNE): Aspecto, medidas y tolerancias. Adherencia del recubrimiento galvanizado. Espesor medio y masa del recubrimiento. Uniformidad del recubrimiento.
- Lotes: 1.000 m o fracción por tipo y diámetro.

Tubos de cobre:

- Identificación, marcado y diámetros.
- Distintivos: marca AENOR.
- Ensayos (según normas UNE): identificación. Medidas y tolerancias. Ensayo de tracción.
- Lotes: 1.000 m o fracción por tipo y diámetro.

Tubos de polietileno:

- Identificación, marcado y diámetros.
- Distintivos: ANAIP
- Ensayos (según normas UNE): identificación y aspecto. Medidas y tolerancias.
- Lotes: 1.000 m o fracción por tipo y diámetro.

Griferías:

- Identificación, marcado y diámetros.
- Distintivos: Marca AENOR. Homologación MICT.
- Ensayos (según normas UNE): consultar a laboratorio.
- Lotes: cada 4 viviendas o equivalente.

Deposito hidroneumático:

- Distintivos: homologación MICT.

El resto de componentes de la instalación deberán recibirse en obra conforme a: la documentación del fabricante, la normativa si la hubiere, especificaciones del proyecto y a las indicaciones de la dirección facultativa durante la ejecución de las obras.

El soporte



El soporte serán los paramentos horizontales y verticales, donde la instalación podrá ser vista o estar empotrada.

En el caso de instalación vista, los tramos horizontales, pasarán preferentemente cerca del forjado o pavimento y las verticales se fijarán con tacos y/o tornillos a los paramentos verticales, con una separación máxima entre ellos de 2,00 m.

Para la instalación empotrada, en tramos horizontales irá bajo el solado o por el forjado, evitando atravesar elementos estructurales; en tramos verticales, discurrirán a través de rozas practicadas en los paramentos, que tendrán una profundidad máxima de un canuto cuando se trate de ladrillo hueco, y el ancho no será mayor a dos veces su profundidad. Las rozas se realizarán preferentemente en las tres hiladas superiores. Si no es así, tendrá una longitud máxima de 1 m.

Cuando se practique rozas por las dos caras del tabique, la distancia entre rozas paralelas, será de 50 cm. La separación de las rozas a cercos y premarcos será como mínimo de 20 cm.

Cuando se deba atravesar un elemento estructural u obras de albañilería se hará a través de pasamuros.

#### Compatibilidad

Se interpondrá entre los elementos de fijación y las tuberías un anillo elástico y en ningún caso se soldarán al tubo.

Para la fijación de los tubos, se evitará la utilización de acero galvanizado/mortero de cal (no muy recomendado) y de acero galvanizado/yeso (incompatible).

Los collares de fijación para instalación vista serán de acero galvanizado para las tuberías de acero y de latón o cobre para las de cobre. Si se emplean collares de acero, se aislará el tubo rodeándolo de cinta adhesiva para evitar los pares electrolíticos.

Se evitará utilizar materiales diferentes en una misma instalación, y si se hace se aislarán eléctricamente de manera que no se produzca corrosión, pares galvánicos... (por incompatibilidad de materiales: acero galvanizado/cobre)

En las instalaciones mixtas cobre/acero galvanizado, se procurará que el acero vaya primero en el sentido de circulación del agua evitando la precipitación de iones de cobre sobre el acero, formando cobre de cementación, disolviendo el acero y perforando el tubo.

#### De la ejecución

#### Preparación

Se comprobará que todos los elementos de la instalación de agua fría y caliente, coinciden con su desarrollo en proyecto, y en caso contrario se redefinirá en presencia de la dirección facultativa. Se marcará por Instalador autorizado y en presencia de la dirección facultativa los diversos componentes de la instalación.

Al marcar los tendidos de la instalación, se tendrá en cuenta la separación mínima de 30 cm entre la instalación de fontanería y cualquier otro tendido (eléctrico, telefónico). Al igual que evitar que los conductos de agua fría no se vean afectados por focos de calor, y si discurren paralelos a los de agua caliente, situarlos por debajo de estos y a una distancia mínima de 4 cm.

#### Fases de ejecución

El ramal de acometida, con su llave de toma colocada sobre la tubería de red de distribución, será único, derivándose a partir del tubo de alimentación los distribuidores necesarios, según el esquema de montaje. Dicha acometida deberá estar en una cámara impermeabilizada de fácil acceso, y disponer además de la llave de toma, de una llave de registro, situada en la acometida a la vía pública, y una llave de paso en la unión de la acometida con el tubo de alimentación.

En la instalación interior general, los tubos quedarán visibles en todo su recorrido, si no es posible, quedará enterrado, en una canalización de obra de fábrica rellena de arena, disponiendo de registro en sus extremos.

El contador general se situará lo más próximo a la llave de paso, en un armario conjuntamente con la llave de paso, la llave de contador y válvula de retención. En casos excepcionales se situará en una cámara bajo el nivel del suelo. Los contadores divisionarios se situarán en un armario o cuarto en planta baja, con ventilación, iluminación eléctrica, desagüe a la red de alcantarillado y seguridad para su uso.

Cada montante dispondrá de llave de paso con/sin grifo de vaciado. Las derivaciones particulares, partirán de dicho montante, junto al techo, y en todo caso, a un nivel superior al de cualquier aparato, manteniendo horizontal este nivel. De esta derivación partirán las tuberías de recorrido vertical a los aparatos.

La holgura entre tuberías y de estas con los paramentos no será inferior a 3 cm. En la instalación de agua caliente, las tuberías estarán diseñadas de forma que la pérdida de carga en tramos rectos sea inferior a 40 milicalorías por minuto sin sobrepasar 2 m/s en tuberías enterradas o galerías. Se aislará la tubería con coquillas de espumas elastoméricas en los casos que proceda, y se instalarán de forma que se permita su libre dilatación con fijaciones elásticas.

Las tuberías de la instalación procurarán seguir un trazado de aspecto limpio y ordenado por zonas accesibles para facilitar su reparación y mantenimiento, dispuestas de forma paralela o a escuadra con los elementos estructurales del edificio o con tres ejes perpendiculares entre si, que permita así evitar puntos de acumulación de aire.

La colocación de la red de distribución de A:C:S se hará siempre con pendientes que eviten la formación de bolsas de aire.

Para todos los conductos se realizarán las rozas cuando sean empotrados para posteriormente fijar los tubos con pastas de cemento o yeso, o se sujetarán y fijarán los conductos vistos, todo ello de forma que se garantice un nivel de aislamiento al ruido de 35 dBA.

Una vez realizada toda la instalación se interconectarán hidráulica y eléctricamente todos los elementos que la forman, y se montarán los elementos de control, regulación y accesorios.

En el caso de existencia de grupo de elevación, el equipo de presión se situará en planta sótano o baja, y su recipiente auxiliar tendrá un volumen tal que no produzca paradas y puestas en marcha demasiado frecuentes.

Las instalaciones que dispongan de descalcificadores tendrán un dispositivo aprobado por el Ministerio de Industria, que evite el retorno. Y si se instala en un calentador, tomar precauciones para evitar sobrepresiones.

#### Acabados

Una vez terminada la ejecución, las redes de distribución deben ser limpiadas internamente antes de realizar las pruebas de servicio, para eliminar polvo, cascarillas, aceites y cualquier otro elemento extraño. Posteriormente se hará pasar una solución acuosa con producto detergente y dispersantes orgánicos compatibles con los materiales empleados en el circuito. Posteriormente se enjuagará con agua procedente del dispositivo de alimentación.

En el caso de A.C.S se medirá el pH del agua, repitiendo la operación de limpieza y enjuague hasta que este sea mayor de 7.5.

#### Control y aceptación

Controles durante la ejecución: puntos de observación.

Instalación general del edificio.

Acometida:

Unidad y frecuencia de inspección: cada elemento.

- Llave de paso, alojada en cámara impermeabilizada en el interior del edificio.
- Contador general y llave general en el interior del edificio, alojados en cámara de impermeabilización y con desagüe.

Tubo de alimentación y grupo de presión:

Unidad y frecuencia de inspección: cada elemento.

- Tubo de igual diámetro que el de la acometida, a ser posible aéreo.
- Grupo de presión de marca y modelo especificado y depósito hidroneumático homologado por el Ministerio de Industria.
- Equipo de bombeo, marca, modelo caudal presión y potencia especificados. Llevará válvula de asiento a la salida del equipo y válvula de aislamiento en la aspiración. Se atenderá específicamente a la fijación, que impida la transmisión de esfuerzos a la red y vibraciones.

Batería de contadores divisionarios:

Unidad y frecuencia de inspección: cada elemento.

- Batería para contadores divisionarios: tipo conforme a Norma Básica de instalaciones de agua.
- Local o armario de alojamiento, impermeabilizado y con sumidero sifónico.
- Estará separado de otras centralizaciones de contadores (gas, electricidad)

Instalación particular del edificio.

Montantes:

Unidad y frecuencia de inspección: cada 4 viviendas o equivalente.

- Grifos para vaciado de columnas, cuando se hayan previsto.
- En caso de instalación de antiarrietes, estarán colocados en extremos de montantes y llevarán asociada llave de corte.
- Diámetro y material especificados (montantes).
- Pasatubos en muros y forjados, con holgura suficiente.
- Posición paralela o normal a los elementos estructurales.
- Comprobación de las separaciones entre elementos de apoyo o fijación.

Derivación particular:

Unidad y frecuencia de inspección: cada 4 viviendas o equivalente.

- Canalizaciones a nivel superior de los puntos de consumo.
- Llaves de paso en locales húmedos.

- Distancia a una conducción o cuadro eléctrico mayor o igual a 30 cm.
- Diámetros y materiales especificados.
- Tuberías de acero galvanizado, en el caso de ir empotradas, no estarán en contacto con yeso o mortero mixto.
- Tuberías de cobre, recibida con grapas de latón. La unión con galvanizado mediante manguitos de latón. Protección, en el caso de ir empotradas.
- Prohibición de utilizar las tuberías como puesta a tierra de aparatos eléctricos.

Grifería:

Unidad y frecuencia de inspección: cada 4 viviendas o equivalente.

- Verificación con especificaciones de proyecto.
- Colocación correcta con junta de aprieto.

Calentador individual de agua caliente y distribución de agua caliente:

Unidad y frecuencia de inspección: cada 4 viviendas o equivalente.

- Cumple las especificaciones de proyecto.
- Calentador de gas. Homologado por Industria. Distancias de protección. Conexión a conducto de evacuación de humos. Rejillas de ventilación, en su caso.
- Termo eléctrico. Acumulador. Conexión mediante interruptor de corte bipolar.
- En cuartos de baño, se respetan los volúmenes de prohibición y protección.
- Disposición de llaves de paso en entrada y salida de agua de calentadores o termos.

Pruebas de servicio:

Instalación general del edificio.

Prueba hidráulica de las conducciones.

Unidad y frecuencia de inspección: uno por instalación.

- Prueba de presión.
- Prueba de estanquidad.

- Grupo de presión: verificación del punto de tarado de los presostatos. Nivel de agua/aire en el depósito. Lectura de presiones y verificación de caudales. Comprobación del funcionamiento de válvulas.

Instalación particular del edificio.

Prueba hidráulica de las conducciones.

Unidad y frecuencia de inspección: uno por instalación.

- Prueba de presión.

- Prueba de estanquidad.

Prueba de funcionamiento:

Unidad y frecuencia de inspección: uno por instalación.

- Simultaneidad de consumo.

- Caudal en el punto más alejado.

Conservación hasta la recepción de las obras

Se colocarán tapones que cierren las salidas de agua de las conducciones hasta la recepción de los aparatos sanitarios y grifería, con el fin de evitar inundaciones.

Medición y abono

Las tuberías y aislamientos se medirán y valorarán por metro lineal de longitud de iguales características, sin descontar los elementos intermedios como válvulas, accesorios, todo ello completamente colocado e incluyendo la parte proporcional de accesorios, manguitos, soportes para tuberías, y la protección en su caso cuando exista para los aislamientos.

El resto de componentes de la instalación se medirán por unidad totalmente colocada y comprobada incluyendo todos los accesorios y conexiones necesarios para su correcto funcionamiento.

Mantenimiento.

Se recomiendan las siguientes condiciones de mantenimiento:

Uso

No se manipulará ni modificará las redes ni se realizarán cambios de materiales.

No se debe dejar la red sin agua.

No se conectarán tomas de tierra a la instalación de fontanería.

No se eliminarán los aislamientos.

#### Conservación

Cada dos años se revisará completamente la instalación.

Cada cuatro años se realizará una prueba de estanquidad y funcionamiento.

#### Reparación. Reposición

Cuando se efectúe la revisión completa de la instalación, se repararán todas aquellas tuberías, accesorios y equipos que presenten mal estado o funcionamiento deficiente, todo ello realizado por técnico acreditado, debiendo quedar las posibles modificaciones que se realicen modificadas en planos para la propiedad.

#### APARATOS SANITARIOS

Elementos de servicio de distintas formas, materiales y acabados para la higiene y limpieza. Cuentan con suministro de agua fría y caliente (pliego EIFF) mediante grifería y están conectados a la red de saneamiento (pliego EISS).

#### De los componentes

##### Productos constituyentes

Bañeras, platos de ducha, lavabos, inodoros, bidés, vertederos, urinarios colocados de diferentes maneras, e incluidos los sistemas de fijación utilizados para garantizar su estabilidad contra el vuelco, y su resistencia necesaria a cargas estáticas.

Estos a su vez podrán ser de diferentes materiales: porcelana, porcelana vitrificada, acrílicos, fundición, chapa de acero esmaltada...

#### Control y aceptación

Según las indicaciones iniciales del pliego sobre el control y la aceptación de los componentes, el control que podrá llegar a realizarse sobre estos, se expone a continuación. Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos, según su utilización, estos podrán ser los que se indican, además de la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos.

#### Aparatos sanitarios:

- Identificación. Tipos. Características.

- Verificar con especificaciones de proyecto, y la no-existencia de manchas, bordes desportillados, falta de esmalte, ni otros defectos en las superficies lisas, verificar un color uniforme y una textura lisa en toda su superficie.
- Comprobar que llevan incorporada la marca del fabricante, y que esta será visible aún después de la colocación del aparato.
- Distintivos: Marca AENOR. Homologación MICT.
- Ensayos: consultar a laboratorio.

#### El soporte

El soporte en algunos casos será el paramento horizontal, siendo el pavimento terminado para los inodoros, vertederos, bidés y lavabos con pie; y el forjado limpio y nivelado para bañeras y platos de ducha.

El soporte será el paramento vertical ya revestido para el caso de sanitarios suspendidos (inodoro, bidé y lavabo)

El soporte de fregaderos y lavabos encastrados será el propio mueble o meseta.

En todos los casos los aparatos sanitarios irán fijados a dichos soportes sólidamente con las fijaciones suministradas por el fabricante y rejuntados con silicona neutra.

#### Compatibilidad

No habrá contacto entre el posible material de fundición o planchas de acero de los aparatos sanitarios con yeso.

#### De la ejecución

##### Preparación

Se preparará el soporte, y se ejecutarán las instalaciones de agua fría- caliente y saneamiento, como previos a la colocación de los aparatos sanitarios y posterior colocación de griferías.

Se mantendrá la protección o se protegerán los aparatos sanitarios para no dañarlos durante el montaje.

Se comprobará que la colocación y el espacio de todos los aparatos sanitarios coinciden con el proyecto, y se procederá al marcado por Instalador autorizado de dicha ubicación y sus sistemas de sujeción.

#### Fases de ejecución



Los aparatos sanitarios se fijarán al soporte horizontal o vertical con las fijaciones suministradas por el fabricante, y dichas uniones se sellarán con silicona neutra o pasta selladora, al igual que las juntas de unión con la grifería.

Los aparatos metálicos, tendrán instalada la toma de tierra con cable de cobre desnudo, para la conexión equipotencial eléctrica.

Las válvulas de desagüe se solaparán a los aparatos sanitarios interponiendo doble anillo de caucho o neopreno para asegurar la estanquidad.

Los aparatos sanitarios que se alimentan de la distribución de agua, esta deberá verter libremente a una distancia mínima de 20 mm por encima del borde superior de la cubeta, o del nivel máximo del rebosadero.

Los mecanismos de alimentación de cisternas, que conlleven un tubo de vertido hasta la parte inferior del depósito, deberán incorporar un orificio antisifón u otro dispositivo eficaz antirretorno.

Una vez montados los aparatos sanitarios, se montarán sus griferías y se conectarán con la instalación de fontanería y con la red de saneamiento.

#### Acabados

Todos los aparatos sanitarios quedarán nivelados en ambas direcciones en la posición prevista y fijados solidariamente a sus elementos soporte.

Quedará garantizada la estanquidad de las conexiones, con el conducto de evacuación.

Los grifos quedarán ajustados mediante roscas. (junta de aprieto)

El nivel definitivo de la bañera será en correcto para el alicatado, y la holgura entre revestimiento bañera no será superior a 1,5 mm, que se sellará con silicona neutra.

#### Control y aceptación

Puntos de observación durante la ejecución de la obra:

Aparatos sanitarios:

Unidad y frecuencia de inspección: cada 4 viviendas o equivalente.

- Verificación con especificaciones de proyecto.
- Unión correcta con junta de aprieto entre el aparato sanitario y la grifería.
- Fijación de aparatos

Durante la ejecución de se tendrán en cuenta las siguientes tolerancias:

- En bañeras y duchas: horizontalidad 1 mm/m
- En lavabo y fregadero: nivel 10 mm y caída frontal respecto al plano horizontal  $< \text{ó} = 5 \text{ mm}$ .
- Inodoros, bidés y vertederos: nivel 10 mm y horizontalidad 2 mm

Conservación hasta la recepción de las obras

Todos los aparatos sanitarios, permanecerán precintados o en su caso se precintarán evitando su utilización y protegiéndolos de materiales agresivos, impactos, humedad y suciedad.

Medición y abono

Se medirá y valorará por unidad de aparato sanitario, completamente terminada su instalación incluidas ayudas de albañilería y fijaciones, y sin incluir grifería ni desagües.

Mantenimiento.

Uso

Las manipulaciones de aparatos sanitarios se realizarán habiendo cerrado las llaves de paso correspondientes.

Evitar el uso de materiales abrasivos, productos de limpieza y de elementos duros y pesados que puedan dañar el material. Atender a las recomendaciones del fabricante para el correcto uso de los diferentes aparatos.

Conservación

El usuario evitará la limpieza con agentes químicos agresivos, y sí con agua y jabones neutros.

Cada 6 meses comprobación visual del estado de las juntas de desagüe y con los tabiques.

Cada 5 años rejuntar las bases de los sanitarios.

Reparación. Reposición

Las reparaciones y reposiciones se deben hacer por técnico cualificado, cambiando las juntas de desagüe cuando se aprecie su deterioro.

En el caso de material esmaltado con aparición de óxido, reponer la superficie afectada para evitar la extensión del daño.

Para materiales sintéticos eliminar los rayados con pulimentos.

## **Artículo 10. Instalaciones térmicas**

## GENERALIDADES

El diseño de las instalaciones térmicas se basará en un conjunto de premisas, conocimiento de condiciones interiores a cumplimentar, de condicionantes exteriores, así como de criterios y preceptos que permiten estimar y alcanzar su adecuado comportamiento respecto a la funcionalidad perseguida de bienestar, seguridad y uso racional de la energía según IT 1 del RITE.

Las instalaciones térmicas serán calculadas por un método adecuado que la buena práctica haya contrastado, siendo de la responsabilidad del proyectista el método utilizado y los cálculos efectuados, teniendo en cuenta las exigencias de la IT 1.2 del RITE.

Los materiales, elementos y equipos que se utilicen en las instalaciones objeto del Reglamento de la Instalaciones Térmicas en los Edificios, deben cumplir las prescripciones que se indican en la IT 1.2 y 1.3

Todos los materiales, equipos y aparatos no tendrán en ninguna de sus partes deformaciones, fisuras ni señales de haber sido sometidos a malos tratos antes o durante la instalación.

Toda la información que acompaña a los equipos deberá expresarse al menos en castellano y en unidades del Sistema Internacional S.I.

El montaje de las instalaciones sujetas al Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios deberá ser efectuado por una empresa instaladora registrada de acuerdo a lo desarrollado en el Capítulo VIII del RITE y cumplirán en todo momento durante el montaje de la instalación con lo estipulado en el Capítulo IV.

Para las pruebas, puesta en marcha y recepción de la instalación, se cumplirá con lo establecido en el Capítulo V y con la IT 2.2. En tema de documentación, se aplicará lo especificado en el artículo 15 del Capítulo III del RITE.

Para el mantenimiento, se tendrá en cuenta la IT 3.

En caso de que haya una instalación no especificada anteriormente, se procederá según lo marcado en el RITE o la normativa específica que deba cumplir.

En función de la fuente energética utilizada se deberá cumplir lo requerido en la reglamentación vigente respecto a dichas energías.

El comportamiento de los equipos y componentes de las instalaciones así como los valores de funcionamiento, deberán estar dentro del cumplimiento de las IT y demás reglamentaciones que afecten, quedando admitida la responsabilidad directa del fabricante, proveedor o mantenedor autorizado en el caso de que esto no se produzca, y eximida la responsabilidad del Director Técnico Industrial autor del Proyecto y del Director Técnico Industrial Director de Obra.

## EXIGENCIAS TÉCNICAS.

### *Exigencias técnicas de las instalaciones térmicas*

Las instalaciones térmicas deben diseñarse y calcularse, ejecutarse, mantenerse y utilizarse, de forma que se cumplan las exigencias técnicas de bienestar e higiene, eficiencia energética y seguridad que establece el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

#### *Bienestar e higiene*

Las instalaciones térmicas deben diseñarse y calcularse, ejecutarse, mantenerse y utilizarse de tal forma que se obtenga una calidad térmica del ambiente, una calidad del aire interior y una calidad de la dotación de agua caliente sanitaria que sean aceptables para los usuarios del edificio sin que se produzca menoscabo de la calidad acústica del ambiente, cumpliendo los requisitos siguientes:

Calidad térmica del ambiente: las instalaciones térmicas permitirán mantener los parámetros que definen el ambiente térmico dentro de un intervalo de valores determinados con el fin de mantener unas condiciones ambientales confortables para los usuarios de los edificios.

Calidad del aire interior: las instalaciones térmicas permitirán mantener una calidad del aire interior aceptable, en los locales ocupados por las personas, eliminando los contaminantes que se produzcan de forma habitual durante el uso normal de los mismos, aportando un caudal suficiente de aire exterior y garantizando la extracción y expulsión del aire viciado.

Higiene: las instalaciones térmicas permitirán proporcionar una dotación de agua caliente sanitaria, en condiciones adecuadas, para la higiene de las personas.

Calidad del ambiente acústico: en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades producidas por el ruido y las vibraciones de las instalaciones térmicas, estará limitado.

#### *Eficiencia energética*

Las instalaciones térmicas deben diseñarse y calcularse, ejecutarse, mantenerse y utilizarse de tal forma que se reduzca el consumo de energía convencional de las instalaciones térmicas y, como consecuencia, las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos, mediante la utilización de sistemas eficientes energéticamente, de sistemas que permitan la recuperación de energía y la utilización de las energías renovables y de las energías residuales, cumpliendo los requisitos siguientes:

Rendimiento energético: los equipos de generación de calor y frío, así como los destinados al movimiento y transporte de fluidos, se seleccionarán en orden a conseguir que sus prestaciones, en cualquier condición de funcionamiento, estén lo más cercanas posible a su régimen de rendimiento máximo.

Distribución de calor y frío: los equipos y las conducciones de las instalaciones térmicas deben quedar aislados térmicamente, para conseguir que los fluidos portadores lleguen a las unidades terminales con temperaturas próximas a las de salida de los equipos de generación.

Regulación y control: las instalaciones estarán dotadas de los sistemas de regulación y control necesarios para que se puedan mantener las condiciones de diseño previstas en los locales climatizados, ajustando, al mismo tiempo, los consumos de energía a las variaciones de la demanda térmica, así como interrumpir el servicio.

Contabilización de consumos: las instalaciones térmicas deben estar equipadas con sistemas de contabilización para que el usuario conozca su consumo de energía, y para permitir el reparto de los gastos de explotación en función del consumo, entre distintos usuarios, cuando la instalación satisfaga la demanda de múltiples consumidores.

Recuperación de energía: las instalaciones térmicas incorporarán subsistemas que permitan el ahorro, la recuperación de energía y el aprovechamiento de energías residuales.

Utilización de energías renovables: las instalaciones térmicas aprovecharán las energías renovables disponibles, con el objetivo de cubrir con estas energías una parte de las necesidades del edificio.

### *Seguridad*

Las instalaciones térmicas deben diseñarse y calcularse, ejecutarse, mantenerse y utilizarse de tal forma que se prevenga y reduzca a límites aceptables el riesgo de sufrir accidentes y siniestros capaces de producir daños o perjuicios a las personas, flora, fauna, bienes o al medio ambiente, así como de otros hechos susceptibles de producir en los usuarios molestias o enfermedades.

### **CONDICIONES ADMINISTRATIVAS.**

#### *Condiciones generales para el cumplimiento del RITE*

Los agentes que intervienen en las instalaciones térmicas, en la medida en que afecte a su actuación, deben cumplir las condiciones que el RITE establece sobre diseño y dimensionado, ejecución, mantenimiento, uso e inspección de la instalación.

Para justificar que una instalación cumple las exigencias que se establecen en el RITE podrá optarse por una de las siguientes opciones:

Adoptar soluciones basadas en las Instrucciones técnicas, cuya correcta aplicación en el diseño y dimensionado, ejecución, mantenimiento y utilización de la instalación, es suficiente para acreditar el cumplimiento de las exigencias; o adoptar soluciones alternativas, entendidas como aquellas que se apartan

parcial o totalmente de las Instrucciones técnicas. El proyectista o el director de la instalación, bajo su responsabilidad y previa conformidad de la propiedad, pueden adoptar soluciones alternativas, siempre que justifiquen documentalmente que la instalación diseñada satisface las exigencias del RITE porque sus prestaciones son, al menos, equivalentes a las que se obtendrían por la aplicación de las soluciones basadas en las Instrucciones técnicas.

#### *Condiciones de los equipos y materiales*

Los equipos y materiales que se incorporen con carácter permanente a los edificios, en función de su uso previsto, llevarán el marcado CE, siempre que se haya establecido su entrada en vigor, de conformidad con la normativa vigente.

La certificación de conformidad de los equipos y materiales, con los reglamentos aplicables y con la legislación vigente, se realizará mediante los procedimientos establecidos en la normativa correspondiente.

Se aceptarán las marcas, sellos, certificaciones de conformidad u otros distintivos de calidad voluntarios, legalmente concedidos en cualquier Estado miembro de la Unión Europea, en un Estado integrante de la Asociación Europea de Libre Comercio que sea parte contratante del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo, o en Turquía, siempre que se reconozca por la Administración pública competente que se garantizan un nivel de seguridad de las personas, los bienes o el medio ambiente, equivalente a las normas aplicables en España.

Se aceptarán, para su instalación y uso en los edificios sujetos a este reglamento, los productos procedentes de otros Estados miembros de la Unión Europea o de un Estado integrante de la Asociación Europea de Libre Comercio que sea parte contratante del Espacio Económico Europeo, o de Turquía que cumplan lo exigido en el segundo párrafo de este apartado.

#### **CONDICIONES PARA LA EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES TÉRMICAS.**

##### *Generalidades*

La ejecución de las instalaciones sujetas al RITE se realizará por empresas instaladoras autorizadas.

La ejecución de las instalaciones térmicas que requiera la realización de un proyecto, de acuerdo con el artículo 15 del RITE, debe efectuarse bajo la dirección de un técnico titulado competente, en funciones de director de la instalación.

La ejecución de las instalaciones térmicas se llevará a cabo con sujeción al proyecto o memoria técnica, según corresponda, y se ajustará a la normativa vigente y a las normas de la buena práctica.

Las preinstalaciones, entendidas como instalaciones especificadas pero no montadas parcial o totalmente, deben ser ejecutadas de acuerdo al proyecto o memoria técnica que las diseñó y dimensionó.

Las modificaciones que se pudieran realizar al proyecto o memoria técnica se autorizarán y documentarán, por el instalador autorizado o el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, previa conformidad de la propiedad.

El instalador autorizado o el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, realizarán los controles relativos a:

- control de la recepción en obra de equipos y materiales;
- control de la ejecución de la instalación;
- control de la instalación terminada.

#### *Recepción en obra de equipos y materiales*

Generalidades:

El control de recepción tiene por objeto comprobar que las características técnicas de los equipos y materiales suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto o memoria técnica mediante: control de la documentación de los suministros; control mediante distintivos de calidad, en los términos del artículo 18.3 del RITE; control mediante ensayos y pruebas.

En el pliego de condiciones técnicas del proyecto o en la memoria técnica se indicarán las condiciones particulares de control para la recepción de los equipos y materiales de las instalaciones térmicas.

El instalador autorizado o el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, deben comprobar que los equipos y materiales recibidos:

corresponden a los especificados en el pliego de condiciones del proyecto o en la memoria técnica; disponen de la documentación exigida; cumplen con las propiedades exigidas en el proyecto o memoria técnica; han sido sometidos a los ensayos y pruebas exigidos por la normativa en vigor o cuando así se establezca en el pliego de condiciones.

Control de la documentación de los suministros. El instalador autorizado o el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, verificarán la documentación proporcionada por los suministradores de los equipos y materiales que entregarán los documentos de identificación exigidos por las disposiciones de obligado cumplimiento y por el proyecto o memoria técnica. En cualquier caso, esta documentación comprenderá al menos los siguientes documentos:

documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado; copia del certificado de garantía del fabricante, de acuerdo con la Ley 23/2003, de 10 de julio, de garantías en la venta de bienes de consumo; documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las directivas europeas que afecten a los productos suministrados.

Control de recepción mediante distintivos de calidad. -El instalador autorizado y el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, verificarán que la documentación proporcionada por los suministradores sobre los distintivos de calidad que ostenten los equipos o materiales suministrados, que aseguren las características técnicas exigidas en el proyecto o memoria técnica sea correcta y suficiente para la aceptación de los equipos y materiales amparados por ella.

Control de recepción mediante ensayos y pruebas. Para verificar el cumplimiento de las exigencias técnicas del RITE, puede ser necesario, en determinados casos y para aquellos materiales o equipos que no estén obligados al marcado CE correspondiente, realizar ensayos y pruebas sobre algunos productos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en el proyecto o memoria técnica u ordenado por el instalador autorizado o el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva.

#### *Control de la ejecución de la instalación*

El control de la ejecución de las instalaciones se realizará de acuerdo con las especificaciones técnicas del proyecto o memoria técnica, y las modificaciones autorizadas por el instalador autorizado o el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva.

Se comprobará que la ejecución de la obra se realiza de acuerdo con los controles establecidos en el pliego de condiciones técnicas.

Cualquier modificación o replanteo a la instalación que pudiera introducirse durante la ejecución de su obra, debe ser reflejada en la documentación de la obra.

#### *Control de la instalación terminada*

En la instalación terminada, bien sobre la instalación en su conjunto o bien sobre sus diferentes partes, deben realizarse las comprobaciones y pruebas de servicio previstas en el proyecto o memoria técnica u ordenadas por el instalador autorizado o el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, las previstas en la IT 2 y las exigidas por la normativa vigente.



Las pruebas de la instalación se efectuarán por la empresa instaladora, que dispondrá de los medios humanos y materiales necesarios para efectuar las pruebas parciales y finales de la instalación, de acuerdo a los requisitos de la IT 2.

Todas las pruebas se efectuarán en presencia del instalador autorizado o del director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, quien debe dar su conformidad tanto al procedimiento seguido como a los resultados obtenidos.

Los resultados de las distintas pruebas realizadas a cada uno de los equipos, aparatos o subsistemas, pasarán a formar parte de la documentación final de la instalación.

Cuando para extender el certificado de la instalación sea necesario disponer de energía para realizar pruebas, se solicitará, a la empresa suministradora de energía un suministro provisional para pruebas por el instalador autorizado o por el director de la instalación a los que se refiere este reglamento, y bajo su responsabilidad.

#### *Certificado de la instalación*

Una vez finalizada la instalación, realizadas las pruebas de puesta en servicio de la instalación que se especifican en la IT 2, con resultados satisfactorios, el instalador autorizado y el director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva, suscribirán el certificado de la instalación.

El certificado, según modelo establecido por el órgano competente de la Comunidad Autónoma, tendrá como mínimo el contenido siguiente:

Identificación y datos referentes a sus principales características técnicas de la instalación realmente ejecutada;

Identificación de la empresa instaladora, instalador autorizado con carné profesional y del director de la instalación, cuando la participación de este último sea preceptiva; los resultados de las pruebas de puesta en servicio realizadas de acuerdo con la IT 2.

Declaración expresa de que la instalación ha sido ejecutada de acuerdo con el proyecto o memoria técnica y de que cumple con los requisitos exigidos por el RITE.

#### **CONDICIONES PARA LA PUESTA EN SERVICIO DE LA INSTALACIÓN**

##### *Puesta en servicio de la instalación*

Para la puesta en servicio de instalaciones térmicas, tanto de nueva planta como de reforma de las existentes, a las que se refiere el artículo 15.1.a) y b) del RITE, será necesario el registro del certificado de la instalación en el órgano competente de la Comunidad Autónoma donde radique la instalación, para lo cual la empresa

instaladora debe presentar al mismo la siguiente documentación: proyecto o memoria técnica de la instalación realmente ejecutada; certificado de la instalación; certificado de inspección inicial con calificación aceptable, cuando sea preceptivo.

Las instalaciones térmicas a las que se refiere el artículo 15.1.c) del RITE no precisarán acreditación del cumplimiento reglamentario ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma.

Una vez comprobada la documentación aportada, el certificado de la instalación será registrado por el órgano competente de la Comunidad Autónoma, pudiendo a partir de este momento realizar la puesta en servicio de la instalación.

La puesta en servicio efectivo de las instalaciones estará supeditada, en su caso, a la acreditación del cumplimiento de otros reglamentos de seguridad que la afecten y a la obtención de las correspondientes autorizaciones.

No se tendrá por válida la actuación que no reúna los requisitos exigidos por el RITE o que se refiera a una instalación con deficiencias técnicas detectadas por los servicios de inspección de la Administración o de los organismos de control, en tanto no se subsanen debida mente tales carencias o se corrijan las deficiencias técnicas señaladas.

En ningún caso, el hecho de que un certificado de instalación se dé por registrado, supone la aprobación técnica del proyecto o memoria técnica, ni un pronunciamiento favorable sobre la idoneidad técnica de la instalación, acorde con los reglamentos y disposiciones vigentes que la afectan por parte de la Administración. El incumplimiento de los reglamentos y disposiciones vigentes que la afecten, podrá dar lugar a actuaciones para la corrección de deficiencias o incluso a la paralización inmediata de la instalación, sin perjuicio de la instrucción de expediente sancionador.

No se registrarán las preinstalaciones térmicas en los edificios.

Registrada la instalación en el órgano competente de la Comunidad Autónoma, el instalador autorizado o el director de la instalación, cuando la participación de éste último sea preceptiva, hará entrega al titular de la instalación de la documentación que se relaciona a continuación, que se debe incorporar en el Libro del Edificio:

El proyecto o memoria técnica de la instalación realmente ejecutada;

El «Manual de uso y mantenimiento» de la instalación realmente ejecutada;

Una relación de los materiales y los equipos realmente instalados, en la que se indiquen sus características técnicas y de funcionamiento, junto con la correspondiente documentación de origen y garantía; los

resultados de las pruebas de puesta en servicio realizadas de acuerdo con la IT 2; el certificado de la instalación, registrado en el órgano competente de la Comunidad Autónoma; el certificado de la inspección inicial, cuando sea preceptivo.

El titular de la instalación debe solicitar el suministro regular de energía a la empresa suministradora de energía mediante la entrega de una copia del certificado de la instalación, registrado en el órgano competente de la Comunidad Autónoma.

Queda prohibido el suministro regular de energía a aquellas instalaciones sujetas a este reglamento cuyo titular no facilite a la empresa suministradora copia del certificado de la instalación registrado en el órgano competente de la Comunidad Autónoma correspondiente.

## CONDICIONES PARA EL USO Y MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN

### *Titulares y usuarios*

El titular o usuario de las instalaciones térmicas es responsable del cumplimiento del RITE desde el momento en que se realiza su recepción provisional, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 12.1.c) de la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria, en lo que se refiere a su uso y mantenimiento, y sin que este mantenimiento pueda ser sustituido por la garantía.

Las instalaciones térmicas se utilizarán adecuadamente, de conformidad con las instrucciones de uso contenidas en el «Manual de Uso y Mantenimiento» de la instalación térmica, absteniéndose de hacer un uso incompatible con el previsto.

Se pondrá en conocimiento del responsable de mantenimiento cualquier anomalía que se observe en el funcionamiento normal de las instalaciones térmicas.

Las instalaciones mantendrán sus características originales. Si son necesarias reformas, éstas deben ser efectuadas por empresas autorizadas para ello de acuerdo a lo prescrito por este RITE.

El titular de la instalación será responsable de que se realicen las siguientes acciones: encargar a una empresa mantenedora, la realización del mantenimiento de la instalación térmica; realizar las inspecciones obligatorias y conservar su correspondiente documentación; conservar la documentación de todas las actuaciones, ya sean de reparación o reforma realizadas en la instalación térmica, así como las relacionadas con el fin de la vida útil de la misma o sus equipos, consignándolas en el Libro del Edificio

### *Mantenimiento de las instalaciones*

Las operaciones de mantenimiento de las instalaciones sujetas al RITE se realizarán por empresas mantenedoras autorizadas.

Al hacerse cargo del mantenimiento, el titular de la instalación entregará al representante de la empresa mantenedora una copia del «Manual de Uso y Mantenimiento» de la instalación térmica, contenido en el Libro del Edificio.

La empresa mantenedora será responsable de que el mantenimiento de la instalación térmica sea realizado correctamente de acuerdo con las instrucciones del «Manual de Uso y Mantenimiento» y con las exigencias de este RITE.

El «Manual de Uso y Mantenimiento» de la instalación térmica debe contener las instrucciones de seguridad y de manejo y maniobra de la instalación, así como los programas de funcionamiento, mantenimiento preventivo y gestión energética.

Será obligación del mantenedor autorizado y del director de mantenimiento, cuando la participación de este último sea preceptiva, la actualización y adecuación permanente de la documentación contenida en el «Manual de Uso y Mantenimiento» a las características técnicas de la instalación.

El mantenimiento de las instalaciones sujetas a este RITE será realizado de acuerdo con lo establecido en la IT 3, atendiendo a los siguientes casos:

Instalaciones térmicas con potencia térmica nominal total instalada en generación de calor o frío igual o superior a 5 kW e inferior o igual a 70 kW.

Estas instalaciones se mantendrán por una empresa mantenedora, que debe realizar su mantenimiento de acuerdo con las instrucciones contenidas en el «Manual de Uso y Mantenimiento».

Instalaciones térmicas con potencia térmica nominal total instalada en generación de calor o frío mayor que 70 kW.

Estas instalaciones se mantendrán por una empresa mantenedora con la que el titular de la instalación térmica debe suscribir un contrato de mantenimiento, realizando su mantenimiento de acuerdo con las instrucciones contenidas en el «Manual de Uso y Mantenimiento».

Instalaciones térmicas cuya potencia térmica nominal total instalada sea igual o mayor que 5.000 kW en calor y/o 1.000 kW en frío, así como las instalaciones de calefacción o refrigeración solar cuya potencia térmica sea mayor que 400 kW.

Estas instalaciones se mantendrán por una empresa mantenedora con la que el titular debe suscribir un contrato de mantenimiento. El mantenimiento debe realizarse bajo la dirección de un técnico titulado competente con funciones de director de mantenimiento, ya pertenezca a la propiedad del edificio o a la plantilla de la empresa mantenedora.

En el caso de las instalaciones solares térmicas la clasificación en los apartados anteriores será la que corresponda a la potencia térmica nominal en generación de calor o frío del equipo de energía de apoyo. En el caso de que no exista este equipo de energía de apoyo la potencia, a estos efectos, se determinará multiplicando la superficie de apertura de campo de los captadores solares instalados por 0,7 kW/m<sup>2</sup>.

El titular de la instalación podrá realizar con personal de su plantilla el mantenimiento de sus propias instalaciones térmicas siempre y cuando acredite cumplir con los requisitos exigidos en el artículo 41 para el ejercicio de la actividad de mantenimiento, y sea autorizado por el órgano competente de la Comunidad Autónoma.

#### *Registro de las operaciones de mantenimiento*

Toda instalación térmica debe disponer de un registro en el que se recojan las operaciones de mantenimiento y las reparaciones que se produzcan en la instalación, y que formará parte del Libro del Edificio.

El titular de la instalación será responsable de su existencia y lo tendrá a disposición de las autoridades competentes que así lo exijan por inspección o cualquier otro requerimiento. Se deberá conservar durante un tiempo no inferior a cinco años, contados a partir de la fecha de ejecución de la correspondiente operación de mantenimiento.

La empresa mantenedora confeccionará el registro y será responsable de las anotaciones en el mismo.

#### *Certificado de mantenimiento*

Anualmente el mantenedor autorizado titular del carné profesional y el director de mantenimiento, cuando la participación de este último sea preceptiva, suscribirán el certificado de mantenimiento, que será enviado, si así se determina, al órgano competente de la Comunidad Autónoma, quedando una copia del mismo en posesión del titular de la instalación. La validez del certificado de mantenimiento expedido será como máximo de un año.

El certificado de mantenimiento, según modelo establecido por el órgano competente de la Comunidad Autónoma, tendrá como mínimo el contenido siguiente:

Identificación de la instalación;

Identificación de la empresa mantenedora, mantenedor autorizado responsable de la instalación y del director de mantenimiento, cuando la participación de este último sea preceptiva; los resultados de las operaciones realizadas de acuerdo con la IT 3.

Declaración expresa de que la instalación ha sido mantenida de acuerdo con el «Manual de Uso y Mantenimiento» y que cumple con los requisitos exigidos en la IT 3.

## INSPECCIÓN

### *Generalidades*

Las instalaciones térmicas se inspeccionarán a fin de verificar el cumplimiento reglamentario. La IT 4 determina las instalaciones que deben ser objeto de inspección periódica, así como los contenidos y plazos de estas inspecciones, y los criterios de valoración y medidas a adoptar como resultado de las mismas, en función de las características de la instalación.

El órgano competente de la Comunidad Autónoma podrá acordar cuantas inspecciones juzgue necesarias, que podrán ser iniciales, periódicas o aquellas otras que establezca por propia iniciativa, denuncia de terceros o resultados desfavorables apreciados en el registro de las operaciones de mantenimiento, con el fin de comprobar y vigilar el cumplimiento de este RITE a lo largo de la vida de las instalaciones térmicas en los edificios.

Las instalaciones se inspeccionarán por personal facultativo de los servicios del órgano competente de la Comunidad Autónoma o por organismos de control autorizados para este campo reglamentario, o bien por entidades o agentes que determine el órgano competente de la Comunidad Autónoma.

### *Inspecciones iniciales*

El órgano competente de la Comunidad Autónoma podrá disponer una inspección inicial de las instalaciones térmicas, con el fin de comprobar el cumplimiento de este RITE, una vez ejecutadas las instalaciones térmicas y le haya sido presentada la documentación necesaria para su puesta en servicio.

La inspección inicial de las instalaciones térmicas se realizará sobre la base de las exigencias de bienestar e higiene, eficiencia energética y seguridad que establece este RITE, por la reglamentación general de seguridad industrial y en el caso de instalaciones que utilicen combustibles gaseosos por las correspondientes a su reglamentación específica.

Las inspecciones se efectuarán por personal facultativo de los servicios del órgano competente de la Comunidad Autónoma o, cuando el órgano competente así lo determine por organismos o entidades de control autorizadas para este campo reglamentario, que será elegida libremente por el titular de la instalación de entre las autorizadas para realizar esta función.

Como resultado de la inspección, se emitirá un certificado de inspección, en que se indicará si el proyecto o memoria técnica y la instalación ejecutada cumple con el RITE, la posible relación de defectos, con su clasificación, y la calificación de la instalación.

### *Inspecciones periódicas de eficiencia energética*

Las instalaciones térmicas y, en particular, sus equipos de generación de calor y frío y las instalaciones solares térmicas se inspeccionarán periódicamente a lo largo de su vida útil, a fin de verificar el cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética de este RITE.

El órgano competente de la Comunidad Autónoma establecerá el calendario de inspecciones periódicas de eficiencia energética de las instalaciones térmicas, coordinando su realización con otras inspecciones a las que vengan obligadas por razón de otros reglamentos.

El órgano competente de la Comunidad Autónoma establecerá los requisitos de los agentes autorizados para llevar a cabo estas inspecciones de eficiencia energética, que podrán ser, entre otros, organismos o entidades de control autorizadas para este campo reglamentario, o técnicos independientes, cualificados y acreditados por el órgano competente de la Comunidad Autónoma, elegidos libremente por el titular de la instalación de entre los autorizados para realizar estas funciones.

El órgano competente, si así lo decide, podrá establecer la realización de estas inspecciones mediante campañas específicas en el territorio de su competencia.

Las instalaciones existentes a la entrada en vigor de este RITE estarán sometidas al régimen y periodicidad de las inspecciones periódicas de eficiencia energética establecidas en la IT 4 y a las condiciones técnicas del reglamento con el que fueron autorizadas.

Si, con motivo de esta inspección, se comprobase que una instalación existente no cumple con la exigencia de eficiencia energética, el órgano competente de la Comunidad Autónoma podrá acordar que se adecue a la normativa vigente.

#### *Clasificación de las instalaciones*

A efectos de su inspección de eficiencia energética la calificación de la instalación podrá ser:

**Aceptable:** cuando no se determine la existencia de algún defecto grave o muy grave. En este caso, los posibles defectos leves se anotarán para constancia del titular, con la indicación de que debe establecer los medios para subsanarlos, acreditando su subsanación antes de tres meses.

**Condicionada:** cuando se detecte la existencia de, al menos, un defecto grave o de un defecto leve ya detectado en otra inspección anterior y que no se haya corregido. En este caso:

Las instalaciones nuevas que sean objeto de esta calificación no podrán entrar en servicio y ser suministradas de energía en tanto no se hayan corregido los defectos indicados y puedan obtener la calificación de aceptable.

A las instalaciones ya en servicio se les fijará un plazo para proceder a su corrección, acreditando su subsanación antes de 15 días. Transcurrido dicho plazo sin haberse subsanado los defectos, el organismo que haya efectuado ese control debe remitir el certificado de inspección al órgano competente de la Comunidad Autónoma, quién podrá disponer la suspensión del suministro de energía hasta la obtención de la calificación de aceptable.

Negativa: cuando se observe, al menos, un defecto muy grave. En este caso:

Las instalaciones nuevas que sean objeto de esta calificación no podrán entrar en servicio, en tanto no se hayan corregido los defectos indicados y puedan obtener la calificación de aceptable.

A las instalaciones ya en servicio se les emitirá certificado de calificación negativa, que se remitirá inmediatamente al órgano competente de la Comunidad Autónoma, quién deberá disponer la suspensión del suministro de energía hasta la obtención de la calificación de aceptable.

#### *Clasificación de defectos en las instalaciones*

Los defectos en las instalaciones térmicas se clasificarán en: muy graves, graves o leves.

Defecto muy grave: es aquel que suponga un peligro inmediato para la seguridad de las personas, los bienes o el medio ambiente.

Defecto grave: es el que no supone un peligro inmediato para la seguridad de las personas o de los bienes o del medio ambiente, pero el defecto puede reducir de modo sustancial la capacidad de utilización de la instalación térmica o su eficiencia energética, así como la sucesiva reiteración o acumulación de defectos leves.

Defecto leve: es aquel que no perturba el funcionamiento de la instalación y por el que la desviación respecto de lo reglamentado no tiene valor significativo para el uso efectivo o el funcionamiento de la instalación.

### **EXIGENCIAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA**

#### *Generación de calor*

##### *Requisitos mínimos de rendimiento energético de los generadores de calor*

Los generadores se atenderán en todo caso a la reglamentación vigente, a lo establecido en IT.1.3.4.1 “Generadores de calor”.

Particularmente, los generadores de calor a gas se atenderán al Real Decreto 1428/1992 de 27 de noviembre por el que se aprueban las disposiciones de aplicación de la Directiva 90/396/CEE sobre aparatos de gas.



Los generadores de calor cumplirán con el Real Decreto 275/1995, de 24 de febrero por el que se dictan normas de aplicación de la Directiva del Consejo 92/42/CEE relativa a los requisitos mínimos de rendimiento para las calderas nuevas de agua caliente alimentadas con combustibles líquidos o gaseosos y válida para calderas de una potencia nominal comprendida entre 4 a 400 kW. Las calderas de potencia superior a 400 kW tendrán un rendimiento igual o superior al exigido para las calderas de 400 kW.

#### *Fraccionamiento de potencia*

Conforme a lo establecido en la IT.1.2.4.1.2.2 “Fraccionamiento de potencia” se dispondrá del número de generadores necesarios en número, potencia y tipos adecuados, según el perfil de la carga de energía térmica prevista.

Si la potencia térmica nominal a instalar es mayor que 400 kW se instalarán dos o más generadores.

#### *Regulación de quemadores*

La regulación de los quemadores alimentados por combustible líquido o gaseoso será en función de la potencia térmica nominal del generador de calor.

*Tabla 1. Regulación del quemador en función de la potencia del generador*

Potencia térmica nominal del generador de calor kW	Regulación
$P \leq 70$	Una marcha
$70 \leq P \leq 400$	Dos marchas
$400 < P$	Tres marchas o modulante

### INSTALACIÓN DE CHIMENEAS Y CONDUCTOS DE HUMOS

Los materiales con que se construyen los conductos para la evacuación al exterior de los productos de los humos combustión de los generadores de calor, así como los criterios de diseño y dimensionado de estos cumplirán lo indicado en las normas UNE 123001, UNE-EN 13384-1, UNE-EN 13384-2 según el caso y con las especificaciones de la IT.1.3.4.1.3 “Chimeneas”.

Cuando por la fuente de energía utilizada se produzcan humos de combustión, su intensidad contaminante deberá adaptarse a la normativa vigente en el lugar en que se sitúe la instalación.

Cuando por las necesidades de carga del edificio o locales objeto de instalación se proyecten equipos generadores productores de humos, la chimenea o chimeneas deberán ser las adecuadas a dichos generadores y cumplir las especificaciones de la IT. 1.3.4.1.3 “Chimeneas”. Si el Proyecto de la instalación contiene los datos dimensionales necesarios y éstas no son ejecutadas en la construcción del propio edificio,

el/los Ingeniero/s Industrial/es autor/es de Proyecto y Director/es de la instalación quedarán eximidos de todas responsabilidades por los efectos que puedan acarrear.

#### BOMBAS DE CIRCULACIÓN

En aquellas de gran caudal se montarán sobre soportes antivibratorios y las salidas hidráulicas o tuberías dispondrán de bridas con elementos elásticos tanto a la entrada como a la salida.

##### *Condiciones de cálculo para circuito de radiadores*

Se considera un gradiente de temperatura de 30 °C entre impulsión (80°C) y retorno (50°C) y la presión adecuada para vencer la resistencia de paso del agua.

##### *Bomba de recirculación y anticondensación de caldera*

El caudal será  $P/50$  (P en KW) se acciona por una sonda de inmersión tarada a 50°C y situada en el retorno. De esta forma se garantiza que la temperatura del retorno no será inferior a 50°C evitando el punto de rocío y el deterioro por condensación de los gases de combustión.

##### *Bomba retorno A.C.S.*

Las bombas de retorno de A.C.S. serán de caudales capaces de garantizar una condensación máxima de 3°C desde los depósitos acumuladores hasta el consumo más alejado y presión suficiente para garantizar o compensar las pérdidas de carga existentes en el circuito.

NOTA: Todas las bombas dispondrán de dispositivos de seguridad como contactores y guardamotors montados en cuadros adecuados ubicándolos en la sala de calderas de dimensiones suficientes para poder realizar ampliaciones o sustituciones.

#### EMISORES

Los radiadores y demás emisores de calor estarán todos ellos homologados o autorizados por el Ministerio de Industria y Energía y se someterán como mínimo a una presión de prueba, vez y media la máxima de trabajo. Estarán anclados y soportados de forma que no transmitan esfuerzos a la tubería que los alimenten. Seguirán lo especificado en la IT.1.3.4.4.1.

#### SISTEMAS DE CONTROL

Se dotará al sistema de un sistema de regulación electrónico-automático de la temperatura interior del edificio (para calefacción), según las variaciones de temperatura exterior.

Se dispondrá un segundo sistema de control, que garantice que la temperatura del retorno no sea inferior a 50°C, para evitar condensaciones de gases de combustión.

Se montará un sistema de control de temperatura del agua caliente sanitaria.

#### **TUBERÍAS Y ACCESORIOS**

Las tuberías y sus accesorios cumplirán los requisitos de las normas UNE correspondientes, en relación con el uso al que vayan a ser destinadas (IT 1.2.4.2 e IT 1.3.4.2)

Para el montaje se tendrá en cuenta lo establecido en la IT 2.

Las conexiones entre equipos con partes en movimiento y tuberías se efectuarán mediante elementos flexibles.

La alimentación (IT 1.3.4.2.2) se hará por medio de un dispositivo o aparato que servirá, al mismo tiempo, para reponer, manual o automáticamente, las pérdidas de agua.

El dispositivo deberá ser capaz de crear una solución de continuidad en caso de caída de presión en la red de alimentación. Antes del dispositivo de reposición se dispondrá una válvula de retención y un contador, precedidos por un filtro de malla metálica. Las válvulas de interceptación serán del tipo de esfera, asiento o cilindro.

Según IT 1.3.4.2.3, para el vaciado, todas las redes de distribución de agua están diseñadas de tal forma que puedan vaciarse total y parcialmente. La conexión entre la válvula de vaciado y el desagüe se hará de tal forma que el paso de agua resulte visible. Se emplearán válvulas de esfera, asiento o cilindro, que se protegerán adecuadamente contra maniobras accidentales.

Los circuitos cerrados de agua o solución acuosa estarán equipados de un dispositivo de expansión de tipo cerrado. El uso de vasos de expansión abiertos está limitado a sistemas de potencia térmica inferior a 70 KW (IT 1.3.4.2.4 e IT 1.3.4.2.5).

Las dilataciones a las que están sometidas las tuberías al aumentar la temperatura del fluido se deben compensar a fin de evitar roturas en los puntos más débiles, donde se concentran los esfuerzos de dilatación y contracción, que suelen ser las uniones entre tuberías y aparatos (IT 1.3.4.2.6). Los dilatadores estarán diseñados y calculados de acuerdo con lo establecido en la UNE 100-156.

Para prevenir los efectos del golpe de ariete, provocados por la rápida apertura o cierre de elementos tales como válvulas de cierre rápido o la puesta en marcha de bombas, deben instalarse elementos amortiguadores en los puntos cercanos a los elementos que los provocan (IT 1.3.4.2.7).

Todas las bombas y válvulas automáticas deben protegerse por medio de filtros de malla o tela metálica, situados aguas arriba del elemento a proteger (IT 1.3.4.2.8).

#### ***Soportes de Tuberías***

Los soportes se construirán con perfiles de acero adecuados al peso de la tubería que deban soportar.

La construcción de los soportes se realizará de tal forma que permitan la libre dilatación de las tuberías, sin producirse tensiones ni flechas excesivas en las mismas. Los puntos fijos serán anclados adecuadamente para evitar cualquier movimiento y se colocarán a interdistancias de 5 m. Todos los soportes serán pintados con una mano de minio para protegerlos contra corrosión.

#### *Dilataciones*

Las dilataciones en las tuberías serán estudiadas cuidadosamente y siempre que sea necesario se utilizarán dilatadores axiales con paredes múltiples o, si se considera más conveniente, liras de dilatación construidas con la propia tubería.

Se cumplirá lo marcado en la IT 1.3.4.2.6

#### *Aislamiento de Tuberías*

El aislamiento utilizado para las tuberías será a base de coquilla de fibra de caucho sintético convenientemente pegada y encintada de espesores según lo indicado por la normativa. Se cumplirá lo marcado en la IT 1.2.4.2.1

#### *Uniones entre Metales Diferentes*

Siempre que existan uniones entre diferentes metales que puedan producir pares galvánicos de corriente, se conectarán juntas dieléctricas de aislamientos, o en su defecto tramos de 0,5 m. de PVC rígido.

### VÁLVULAS

Según IT 1.3, todo tipo de válvula deberá cumplir los requisitos de las normas correspondientes.

El fabricante deberá suministrar la pérdida de presión a obturador abierto (o el  $C_v$ ) y la hermeticidad a obturador cerrado a presión diferencial máxima.

La presión nominal mínima de todo tipo de válvula y accesorio deberá ser igual o mayor a PN 6, salvo casos especiales (p.e. válvulas de pie). Para el montaje se tendrá en cuenta lo establecido en la IT 2.

El órgano de mando de las válvulas no deberá interferir con el aislante térmico de la tubería. Las válvulas roscadas y las de mariposa deben estar correctamente acopladas a las tuberías, de forma que no haya interferencia entre estas y el obturador.

Todas de esfera embridadas o roscadas según dimensiones.

Antes de proceder a la entrega provisional se colocará en cada una de las válvulas una tarjeta o número de identificación en plástico serigrafiado con cadena, la cual coincidirá con el esquema de principio.

Cada circuito dispondrá de los termómetros, manómetros y puntos de purga que sean necesarios para su correcto funcionamiento cumpliendo lo indicado en las IT.

## TERMÓMETROS

Se instalarán termómetros en todos los circuitos de ida y retorno, así como sobre las calderas, acumuladores, etc., con el fin de controlar adecuadamente las temperaturas de los mismos.

## INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Las instalaciones del interior de la sala de calderas y generador se realizarán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (R.E. de B.T.).

Las canalizaciones serán todas bajo tubo de acero galvanizado con sus correspondientes manguitos de unión roscados, rácores metálicos, codos, cajas de salida y distribución, grampillones para sujeción, tacos y tornillos.

El cuadro eléctrico general centralizador contendrá todos los componentes necesarios para la maniobra, control y seguridad de los elementos que componen la instalación, entre los que cabe destacar los siguientes:

Los sistemas independientes de programación (centralitas) para los sistemas de agua caliente sanitaria, fan-coil y calefacción, para ajustar los distintos horarios a las necesidades reales de servicio, uno de ellos, actuando sobre el generador correspondiente y poniendo en marcha las bombas de primario, carga y recirculación y retorno de A.C.S., y los dos restantes actuando sobre los paneles de secuencia y regulación proporcional de calefacción, así como las electroválvulas de dos vías, las bombas de calefacción y fan-coil y los servomotores de las válvulas de cuatro y tres vías.

Contadores horarios uno por caldera de funcionamiento real de los quemadores, que nos permitan mediante muestreos periódicos utilizar más racionalmente cada uno de los servicios.

Distintos enclavamientos de seguridad, guardamotors etc, (uno por bomba), mediante los cuales, si cualquier electrobomba se bloqueara por sobrecarga o por defecto del contador, se interrumpirá automáticamente el funcionamiento del generador correspondiente a su servicio.

Un enclavamiento de seguridad entre los ventiladores y los quemadores de agua caliente sanitaria y calefacción, de tal forma que si se pararan aquellos, se interrumpiría en siguientes operaciones automáticamente el funcionamiento de éstos.

El cuadro será de tipo metálico marca HIMEL.

Se montará un esquema sinóptico de identificación de la instalación.

La iluminación será mediante lámparas fluorescentes, montadas sobre pantallas estancas al polvo y realizando todas las canalizaciones bajo tubo de acero galvanizado rígido roscado. En el cuadro eléctrico se montará un interruptor magnetotérmico para proteger la línea de alumbrado.

El alumbrado del habitáculo del depósito de combustible si lo hubiese, se realizará mediante pantallas antideflagrantes, con canalizaciones igualmente bajo tubo de acero, y situado el interruptor en exterior del recinto.

## VENTILACIÓN

Para el mantenimiento de una calidad aceptable del aire en los locales ocupados, se considerará lo establecido en la IT 1.1.4

Para salas de máquinas se seguirán las directrices de la IT 1.3.4.1.2.7

## PRUEBAS, PUESTA EN MARCHA Y RECEPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

La empresa instaladora dispondrá de los medios humanos y materiales necesarios para efectuar las pruebas parciales y finales de la instalación.

Las pruebas parciales estarán precedidas por una comprobación de los materiales en el momento de su recepción en obra.

Una vez que la instalación se encuentre totalmente terminada, de acuerdo con las especificaciones del proyecto, y haya sido ajustada y equilibrada conforme a lo indicado en UNE 100-010 y la IT 2, deben realizarse como mínimo las pruebas finales del conjunto de la instalación que se indican a continuación, independientemente de aquellas otras que considere necesarias el director de obra.

Todas las pruebas se efectuarán en presencia del director de obra o persona en quien delegue, quien deberá dar su conformidad tanto al procedimiento seguido como a los resultados.

Habrà una limpieza interior de redes de distribución según la IT 2.2.5.1 y la IT 2.2.2.2, las redes de agua deberán ser limpiadas internamente antes de efectuar las pruebas hidrostáticas y la puesta en funcionamiento, para eliminar polvo, cascarillas, aceites y cualquier otro material extraño.

Las tuberías, accesorios y válvulas deberán ser examinados antes de su instalación y, cuando sea necesario, limpiados.

Las redes de distribución de fluidos portadores deben ser limpiadas interiormente antes de su llenado definitivo para la puesta en funcionamiento, para eliminar polvo, cascarillas, aceites y cualquier otro material extraño.

Durante el montaje se evitará la introducción de materias extrañas dentro de las tuberías, los aparatos y los equipos protegiendo sus aberturas con tapones adecuados.

Una vez completada la instalación de una red, esta se llenará con una solución acuosa de un producto detergente, con dispersantes orgánicos compatibles con los materiales empleados en el circuito, cuya concentración será establecida por el fabricante.

Habrà una comprobación de la ejecución según IT 2.2.2.2. Esta especifica que, independientemente de los controles de recepción y de las pruebas parciales realizados durante la ejecución, se comprobará la correcta ejecución del montaje y la limpieza y cuidado en el buen acabado de la instalación. Se realizará una comprobación del funcionamiento de cada motor eléctrico y de su consumo de energía en las condiciones reales de trabajo, así como de todos los cambiadores de calor, calderas y demás equipos en los que se efectúe una transferencia de energía térmica, anotando las condiciones de funcionamiento.

### *Pruebas*

Se realizarán las pruebas hidrostáticas de redes de tuberías según IT 2.2.2.3, la IT 2.2.2.4 y la IT 2.2.2.5 Todas las redes de circulación de fluidos portadores deben ser probadas hidrostáticamente, a fin de asegurar su estanqueidad, antes de quedar ocultas por obras de albañilería, material de relleno o por material aislante.

También se realizarán las pruebas de libre dilatación según IT 2.2.4. Una vez que las pruebas anteriores hayan sido satisfactorias y se hayan comprobado hidrostáticamente los elementos de seguridad, las instalaciones equipadas con calderas se llevarán hasta la temperatura de tarado de los elementos de seguridad, habiendo anulado previamente la actuación de los aparatos de regulación automática. Durante el enfriamiento de la instalación y al finalizar el mismo, se comprobará visualmente que no han tenido lugar deformaciones apreciables en ningún elemento o tramo de tubería y que el sistema de expansión ha funcionado correctamente.

Por último, se comprobará que la instalación cumple con las exigencias de calidad, confortabilidad, seguridad y ahorro de energía de las instrucciones técnicas del Reglamento de la Instalaciones Térmicas en los Edificios. Particularmente se comprobará el buen funcionamiento de la regulación automática del sistema.

### *Puesta en Marcha y Recepción*

Para la puesta en funcionamiento de la instalación (Capítulo V del RITE) es necesaria la autorización del organismo territorial competente, para lo que se deberá presentar ante el mismo un certificado suscrito por el director de la instalación, cuando sea preceptiva la presentación de proyecto y por un instalador, que posea carné, de la empresa que ha realizado el montaje.

El certificado de la instalación tendrá, como mínimo, el contenido que se señala en el modelo que se indica en este capítulo. En el certificado se expresará que la instalación ha sido ejecutada de acuerdo con el proyecto presentado y registrado por el organismo territorial competente y que cumple con los requisitos exigidos en este reglamento y sus instrucciones técnicas. Se harán constar también los resultados de las pruebas a que hubiese lugar.

La recepción provisional de la Instalación será de acuerdo a lo prescrito en el artículo 20 del capítulo III del RITE en la que la empresa instaladora deberá entregar al director de obra la documentación siguiente:

Una copia de los planos de la instalación realmente ejecutada, en la que figuren, como mínimo, el esquema de principio, el esquema de control y seguridad, el esquema eléctrico, los planos de la sala de máquinas y los planos de plantas, donde debe indicarse el recorrido de las conducciones de distribución de todos los fluidos y la situación de las unidades terminales.

Una memoria descriptiva de la instalación realmente ejecutada, en la que se incluyan las bases de proyecto y los criterios adoptados para su desarrollo.

Una relación de los materiales y los equipos empleados, en la que se indique el fabricante, la marca, el modelo y las características de funcionamiento, junto con catálogos y con la correspondiente documentación de origen y garantía.

Los manuales con las instrucciones de manejo, funcionamiento y mantenimiento, junto con la lista de repuestos recomendados.

Un documento en el que se recopilen los resultados de las pruebas realizadas.

El certificado de la instalación firmado.

El director de la obra entregará los mencionados documentos, una vez comprobado su contenido y firmado el certificado, al titular de la instalación, quién lo presentará a registro en el organismo territorial competente.

En cuanto a la documentación de la instalación se estará además a lo dispuesto en la Ley General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios y disposiciones que la desarrollan.

Transcurrido el plazo de garantía, que será de un año si en el contrato no se estipula otro de mayor duración, la recepción provisional se transformará en recepción definitiva, salvo que por parte del titular haya sido cursada alguna reclamación antes de finalizar el período de garantía.



Si durante el período de garantía se produjesen averías o defectos de funcionamiento, estos deberán ser subsanados gratuitamente por la empresa instaladora, salvo que se demuestre que las averías han sido producidas por falta de mantenimiento o uso incorrecto de la instalación.

### *Mantenimiento*

El mantenimiento de la Instalación se realizará de acuerdo a lo marcado en la IT 3 y en el Capítulo VI del Reglamento de las Instalaciones Térmicas en los Edificios. Esto se realizará para mantener las características funcionales de las instalaciones y su seguridad y conseguir la máxima eficiencia de sus equipos.

Existe una obligatoriedad del mantenimiento (IT 3.1) para toda instalación con potencia instalada según marca la Tabla 3.1.

Existen también unas operaciones de mantenimiento que establecen el mínimo de operaciones a realizar y la periodicidad con que serán realizadas. El mantenedor deberá llevar un registro de las operaciones de mantenimiento, en el que se reflejen los resultados de las tareas realizadas.

Las instalaciones térmicas se mantendrán de acuerdo con las operaciones y periodicidades contenidas en el programa de mantenimiento preventivo establecido en el “Manual de Uso y Mantenimiento” que serán, al menos, las indicadas en la tabla 3.1 de la IT.2 para instalaciones de potencia térmica nominal menor o igual que 70kW o mayor que 70kW (Tabla 2).

s: Una vez cada semana

m: Una vez al mes; la primera al inicio de la temporada

t: Una vez por temporada (año)

2t: Dos veces por temporada (año); una al inicio de la misma y otra a la mitad del período de uso, siempre que haya una diferencia mínima de dos meses entre ambas.

4a: Cada cuatro años.

\*: El mantenimiento de estas instalaciones se realizará de acuerdo con lo establecido en la Sección HE4 “Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria” del Código Técnico de la Edificación.

*Tabla 2. Periodicidad operaciones de mantenimiento*

Operación	Periodicidad	
	≤70kW	>70kW
1.Limpieza de los evaporadores	t	t
2.Limpieza de los condensadores	t	t
3.Drenaje, limpieza y tratamiento del circuito de torres de refrigeración	t	2t
4.Comprobación de la estanquidad y niveles de refrigerante y aceite en equipos frigoríficos.	t	m
5.Comprobación y limpieza, si procede, de circuito de humos de calderas	t	m
6. Comprobación y limpieza, si procede, de conductos de humos y chimenea	t	2t
7. Limpieza de quemador de la caldera	t	m
8. Revisión del vaso de expansión	t	m
9. Revisión de los sistemas de tratamiento de agua	t	m
10. Comprobación del material refractado	---	2t
11. Comprobación de estanquidad de cierre entre quemador y caldera	t	m
12. Revisión general de calderas de gas	t	t
13. Revisión general de calderas de gasóleo	t	t
14. Comprobación de niveles de agua en circuitos	t	m
15. Comprobación de estanquidad de circuitos de tuberías	---	t
16. Comprobación de estanquidad de válvulas de interceptación	---	2t
17. Comprobación del tarado de elementos de seguridad	---	m
18. Revisión y limpieza de filtros de agua	---	2t
19. Revisión y limpieza de filtros de aire	t	m
20. Revisión de baterías de intercambio térmico	---	t
21. Revisión de aparatos de humectación y enfriamiento evaporativo	t	m
22. Revisión y limpieza de aparatos de recuperación de calor	t	2t
23. Revisión de unidades terminales agua-aire	t	2t
24. Revisión de unidades terminales de distribución de aire	t	2t
25. Revisión y limpieza de unidades de impulsión y retorno de aire	t	t
26. Revisión de equipos autónomos	t	2t
27. Revisión de bombas y ventiladores	---	m
28. Revisión del sistema de preparación de agua caliente sanitaria	t	m
29. Revisión del estado del aislamiento térmico	t	t
30. Revisión del sistema de control automático	t	2t
31. Revisión de aparatos exclusivos para la producción de agua caliente sanitaria de potencia térmica nominal ≤24,4 kW	4a	---
32. Instalación de energía solar térmica	*	*
33. Comprobación del estado de almacenamiento del biocombustible sólido	s	s
34. Apertura y cierre del contenedor plegable en instalaciones de biocombustible sólido	2t	2t
35. Limpieza y retirada de cenizas en instalaciones de biocombustible sólido	m	m
36. Control visual de la caldera de biomasa	s	s

## OTRAS CONSIDERACIONES

Todos los elementos que se incorporan serán de primera calidad, distribuidos o fabricados por firmas solventes y de reconocida seriedad, contrastados en el mercado ampliamente y experimentados, disponiendo de repuestos de absolutamente todos los componentes electromecánicos, con lo que las garantías, servicios post-venta y mantenimiento se cubren ampliamente.

Los radiadores y demás emisores de calor, serán todos ellos homologados o autorizados por el Ministerio de Industria y Energía y se someterán como mínimo, vez y media la máxima de trabajo.

Estarán anclados y soportados de forma que no transmitan esfuerzos a la tubería que los alimenten. Seguirán lo especificado en el RITE.

## INTERPRETACIÓN DEL PROYECTO

Se entiende en este Proyecto que el Instalador está capacitado para la interpretación del Proyecto en todas sus partes, o en su defecto tiene personal a su servicio para interpretar todos los documentos del mismo.

#### MODIFICACIONES DEL PROYECTO

Si en el transcurso del trabajo fuese necesaria cualquier clase de modificación, que no estuviese especificado en este Pliego de Condiciones Técnicas o en el Proyecto, el instalador se obligará a ejecutarlo con arreglo a las instrucciones que al efecto reciba del Director Técnico de la Instalación, produciéndose automáticamente la correspondiente modificación en el Proyecto, si ello tuviese lugar.

Durante el transcurso de ejecución, el Director Técnico de la Instalación dará las instrucciones necesarias y suficientes para la buena realización de la misma, entendiéndose que es obligación del instalador el dar cumplimiento a las mismas y consultarle, cuantas veces sea preciso, todo detalle que no le resultase claro y comprensible.

Interrupción del trabajo.

En el caso de que los trabajos de instalación hayan quedado interrumpidos por tiempo indefinido, o bien por incumplimiento de las instrucciones específicas del Director Técnico de la Instalación, y otras causas suficientes, éste lo comunicará al Ministerio de Industria y Energía, al contratante y a su Colegio correspondiente, entendiéndose que desde ese momento declina toda responsabilidad.

Reanudación de los trabajos.

Al reanudarse los trabajos de instalación, esta circunstancia deberá ser puesta en conocimiento del Director Técnico de la Instalación de forma fehaciente.

#### CONDICIONES DE SEGURIDAD

##### *Del Personal de la Obra*

Todo operario que por razón de su oficio haya de intervenir en la instalación, tiene derecho a reclamar de su dirección todos aquellos elementos que, de acuerdo con la legislación vigente, garanticen su seguridad personal durante la preparación y ejecución de los trabajos. El instalador exigirá de sus operarios el empleo de los elementos de seguridad.

##### *Del Instalador*

Es obligación del instalador, dar cumplimiento a lo legislado y vigente, respecto de honorarios, jornales y seguros, siendo sólo él responsable de las sanciones que de su incumplimiento pudieran derivarse.

##### *Del Propietario*

El propietario o contratista tiene la obligación de facilitar al instalador un ejemplar completo del presente Proyecto, a fin de que pueda hacerse cargo de todas y cada una de las obligaciones que se especifican en este Pliego.

#### *Del presente Pliego*

El presente Pliego de Condiciones Técnicas de Seguridad tiene el carácter de órdenes fehacientes comunicadas al instalador, el cual antes de dar comienzo deberá leerlo completo, no pudiendo luego alegarse ignorancia, por ser parte importante del Proyecto.

### CONDICIONES DE CONTRATACIÓN

#### *Del Instalador*

El instalador se compromete a ejecutar las obras, ajustándose en todo momento al presente Proyecto y a las instrucciones que le serán facilitadas por el Director Técnico de la Instalación.

Se entiende en el Pliego de Condiciones Técnicas que el Instalador que se hace cargo de las obras, conoce perfectamente su oficio y se compromete a instalar siguiendo la normativa vigente.

El instalador cuidará de tener operarios expertos y la herramienta y maquinaria adecuada para la realización de los trabajos. Deberá estar en posesión de los correspondientes documentos acreditativos, que le faculen para la realización de los trabajos a desarrollar, según lo indicado en el capítulo VIII del RITE.

#### *Del Contrato*

El contrato será firmado por el propietario o contratista y el instalador suponiendo la firma del mismo, de acuerdo con las cláusulas que entre ambas partes queden estipuladas. Se entenderá que es nula toda cláusula que se oponga a lo especificado en los diversos apartados de este Pliego de Condiciones. Es nula asimismo toda cláusula que pueda servir para enmascarar la utilización de materiales de mala calidad y otros que no fuesen sancionados favorablemente por el Director Técnico de la Instalación.

#### *Del Presupuesto*

Se entiende en este Pliego de Condiciones Técnicas que el presupuesto base para la instalación, es el que figura en el presente Proyecto. Sobre el costo de la ejecución material, el instalador puede cargar el Beneficio Industrial autorizado. Si el Instalador se comprometiese a realizar la obra en precio menor del fijado en el Proyecto, esto no repercutiría en ningún caso en la calidad de la instalación.

Si entre la redacción y la firma del contrato de instalación, hubiese transcurrido largo tiempo, o el nivel de precios medios hubiese sufrido notables alteraciones, tanto el propietario o contratista como el instalador, podrán solicitar al Proyectista la redacción de un nuevo presupuesto base.

### *Rescisión del Contrato*

El contrato puede ser rescindido por cualquiera de las causas reconocidas como válidas en las cláusulas del mismo, o en la vigente legislación.

Toda falta o diferencia de acuerdo en el cumplimiento del contrato, será resuelta por vía judicial, pudiendo no obstante, si ambas partes convienen en ello, acatar el fallo dictado por un tercer perito o tribunal arbitral nombrado al efecto.

### UNIDADES NO ESPECIFICADAS

En todo lo no especificado en la Memoria ó Pliego de Condiciones, se estará de acuerdo a lo que se especifica a juicio del Director Técnico de la Instalación.

**PRESUPUESTO**

Índice

1. MEDICIONES..... 1

2. CUADRO DE PRECIOS Nº1..... 7

3. CUADRO DE PRECIOS Nº2..... 11

4. RESUMEN DEL PRESUPUESTO..... 17

MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO 01 NAVE							
SUBCAPÍTULO 01.1 EXCAVACIÓN							
E02EM040	m3 EXC.ZANJA T.DUROS C/MART.ROMP.  Ex cavación en zanjas, en terrenos duros, con martillo rompedor, con extracción de tierras a los bor-des, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios aux iliares.						18,90
SUBCAPÍTULO 01.2 ESTRUCTURA							
E05AAL005	kg ACERO S275 EN ESTRUCTURA SOLDADA  Acero laminado S275, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, me-diante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV y CTE-DB-SE-A.						3.903,12
SUBCAPÍTULO 01.3 CIMENTACIÓN							
C06F010	* m³ HORMIGÓN LIMPIEZA HM-20  Hormigón HM-20N/mm², de consistencia plástica y árido de tamaño máximo 40 mm., elaborado en central, vertido en pozos y zanjas. Incluso parte proporcional de mermas y nivelación. Colocado en obra. Realizado según Instrucción CTE.						4,22
C06F120	* m³ HORMIGÓN HA-30N/mm² EN ZAPATAS B-500S  Hormigón HA-30N/mm² B500-S, de consistencia plástica y árido de tamaño máximo 20 mm., ela-borado en planta, vertido en zapatas, con cuantía según Proyecto. Incluso parte proporcional de vi-brado, curado, mermas, formación de juntas constructivas y de dilatación, nivelación del elemento. Colocado en obra. Realizado según Instrucción CTE.						14,23
CA00320	kg ACERO B 500 S  Medido el peso real útil descargado						1.125,74
C06F160	* m³ HORMIGÓN HA-30N/mm² RIOST B-500S  Hormigón HA-30N/mm² B500-S, de consistencia plástica y árido de tamaño máximo 20 mm., ela-borado en planta, vertido en vigas riostras, con cuantía según Proyecto. Incluso parte proporcional de vibrado, curado, mermas, formación de juntas constructivas y de dilatación, nivelación del ele-mento. Colocado en obra. Realizado según Instrucción CTE.						4,98
C06S120	* m² SOLERA HA-25/15cm. + ENCACH.20cm.  Solera de hormigón de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25N/mm², tamaño máximo 20 mm. Incluso encachado de piedra caliza 40/80 mm. de 20 cm. de espesor, vertido, colocación y parte proporcional de juntas y fratasado.						120,00
E05AP030	ud PLAC.ANCLAJE S275 35x25x1,5cm  Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 35x35x1,5 cm. con cuatro garrotas de acero corrugado de 12 mm. de diámetro y 45 cm. de longitud total, soldadas, i/taladro central, co-locada. Según NTE y CTE-DB-SE-A.						



## MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
							16,00
SUBCAPÍTULO 01.4 CUBIERTA							
E09IMP080	m2 CUB.PANEL CHAPA PRE-50 I/REMATES						
	Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial, con 2 láminas prelacadas de 0,6 mm. con núcleo de espuma de poliuretano de 40 kg./m3. con un espesor total de 50 mm. sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, tapajuntas, accesorios de fijación, limahoyas, cumbrera, remates laterales, encuentros de chapa prelacada de 0,6 mm. y 500 mm. de desarrollo medio, instalado, i/medios auxiliares y elementos de seguridad, s/N TE-QTG-8,9,10 y 11. Medida en verdadera magnitud.						122,40
SUBCAPÍTULO 01.5 CERRAMIENTO PERIMETRAL							
C10M0230	* m² CERRAM.BLOQ.39x19x19 BLANCO LISO						
	Fábrica de cerramiento de 19 cm. de espesor, conformada por bloque hueco de 39x19x19 cm., en color blanco o crema, textura lisa o ranurada, tomada con mortero hidrófugo de cemento blanco 1:6, espesor de juntas 1 cm. Con parte proporcional de rejunteo, encuentros, piezas especiales y enjarjes. Incluso andamios y medios auxiliares. Totalmente acabada.						200,00
C17EF060	* m² VENTANAL FIJO PVC >2m²						
	Carpintería fija de perfiles de PVC con refuerzos interiores de acero galvanizado, mayor de 2 m², compuesta por perfiles de 70x40 mm. de sección, premarco de aluminio especial, tapajuntas en los marcos, guías para persianas, junquillos y gomas para la colocación de vidrio de cámara y tornillos de fijación. Incluso parte proporcional de sellado perimetral con espuma de poliuretano y medios auxiliares para su colocación. Completa y colocada.						16,00
C18C040	* ud PUERTA BASCULANTE 2H AL.LAC.BLAN.3x3m.						
	Puerta basculante de 4x2,60 m. de 2 hojas articuladas 1/3 de aluminio lacado blanco, accionada manualmente por contrapesos. Construida con cerco y bastidor de tubo de 2 mm. de espesor con doble refuerzo interior, bisagras, guías laterales, rodamientos, poleas, cable de acero anticorrosión para colgar contrapesos, pernos de seguridad, cajones de chapa de aluminio lacado blanco de 2 mm., cerradura, patillas de fijación a obra y demás accesorios, elaborada en taller. Ajuste y montaje en obra (sin incluir recibido de albañilería).						1,00

MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO 02 INSTALACIÓN HIDRÁULICA							
SUBCAPÍTULO 02.1 RED DE TUBERÍAS DE CALOR							
APARTADO 02.1.1 ZANJA							
AA00100	m3 Arena cernida						
	Medido el volumen aparente útil descargado						
							1,511,00
M12M020	* H Excavadora hidráulica neumáticos 67 CV						
							360,00
M03C020	* H Bandeja compactadora reversible gasolina						
							240,00
APARTADO 02.1.2 TUBOS							
02.1.2.1	m Rauthermex UNO SDR 11 160/250						
							84,40
02.1.2.2	m Rauthermex UNO SDR 11 125/182						
							340,00
02.1.2.3	m Rauthermex UNO SDR 11 110/162						
							648,60
02.1.2.4	m Rauthermex UNO SDR 11 90/162						
							358,60
02.1.2.5	m Rauthermex UNO SDR 11 75/162						
							828,00
02.1.2.6	m Rauthermex UNO SDR 11 63/126						
							157,40
02.1.2.7	m Rauthermex UNO SDR 11 50/111						
							654,20
02.1.2.8	m Rauthermex UNO SDR 11 40/91						
							641,60
02.1.2.9	m Rauthermex UNO SDR 11 32/91						
							108,60
02.1.2.10	m Rauthermex UNO SDR 11 25/91						
							378,80

## MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
<b>APARTADO 02.1.3 UNIONES</b>							
02.1.3.1	u Unión en T						22,00
02.1.3.2	u Codo en L						12,00
<b>SUBCAPÍTULO 02.2 ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN</b>							
<b>APARTADO 02.2.1 CALDERAS</b>							
MX1	CALDERA VIESSMANN VITOMAX 2,9MW						2,00
<b>APARTADO 02.2.2 BOMBAS DE CIRCULACIÓN</b>							
MX2	Bomba Wilo CronoNorm NLG						2,00
<b>APARTADO 02.2.3 INTERCAMBIADORES DE CALOR</b>							
MX1111	ud Intercambiador de placas desmontable 725 kW						5,00
MX1112	ud Intercambiador de placas desmontable 400kW						5,00
MX1113	ud Intercambiador de placas desmontable 305kW						2,00
MX1114	ud Intercambiador de placas desmontable 1.155kW						2,00
MX1115	ud Intercambiador de placas desmontable 950kW						2,00
MX1116	ud Intercambiador de placas desmontable 120kW						2,00
MX1117	ud Intercambiador de placas desmontable 195kW						4,00

MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
APARTADO 02.2.4 OTROS ELEMENTOS							
P21U030	* ud Válvula antirretorno						1,00
P21V390	* ud Vaso expansión Vasoflex 425Lt.						1,00
MX2005	ud Válvula de cierre						17,00
C24V350	* ud MANÓMETRO DE 0 A 15 BAR						1,00
	Manómetro con lira para instalar en colectores o tuberías de 0 a 15 bar.						

## CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
<b>CAPÍTULO 01 NAVE</b>			
<b>SUBCAPÍTULO 01.1 EXCAVACIÓN</b>			
E02EM040	m3	EXC.ZANJA T.DUROS C/MART.ROMP. Excavación en zanjas, en terrenos duros, con martillo rompedor, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	37,38
TREINTA Y SIETE EUROS con TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS			
<b>SUBCAPÍTULO 01.2 ESTRUCTURA</b>			
E05AAL005	kg	ACERO S275 EN ESTRUCTURA SOLDADA Acero laminado S275, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV y CTE-DB-SE-A.	1,88
UN EUROS con OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS			
<b>SUBCAPÍTULO 01.3 CIMENTACIÓN</b>			
C06F010	* m³	HORMIGÓN LIMPIEZA HM-20 Hormigón HM-20N/mm², de consistencia plástica y árido de tamaño máximo 40 mm., elaborado en central, vertido en pozos y zanjas. Incluso parte proporcional de mermas y nivelación. Colocado en obra. Realizado según Instrucción CTE.	150,76
CIENTO CINCUENTA EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS			
C06F120	* m³	HORMIGÓN HA-30N/mm² EN ZAPATAS B-500S Hormigón HA-30N/mm² B500-S, de consistencia plástica y árido de tamaño máximo 20 mm., elaborado en planta, vertido en zapatas, con cuantía según Proyecto. Incluso parte proporcional de vibrado, curado, mermas, formación de juntas constructivas y de dilatación, nivelación del elemento. Colocado en obra. Realizado según Instrucción CTE.	196,10
CIENTO NOVENTA Y SEIS EUROS con DIEZ CÉNTIMOS			
CA00320	kg	ACERO B 500 S Medido el peso real útil descargado	0,81
CERO EUROS con OCHENTA Y UN CÉNTIMOS			
C06F160	* m³	HORMIGÓN HA-30N/mm² RIOST B-500S Hormigón HA-30N/mm² B500-S, de consistencia plástica y árido de tamaño máximo 20 mm., elaborado en planta, vertido en vigas riostras, con cuantía según Proyecto. Incluso parte proporcional de vibrado, curado, mermas, formación de juntas constructivas y de dilatación, nivelación del elemento. Colocado en obra. Realizado según Instrucción CTE.	221,39
DOSCIENTOS VEINTIUN EUROS con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS			
C06S120	* m²	SOLERA HA-25/15cm. + ENCACH.20cm. Solera de hormigón de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25N/mm², tamaño máximo 20 mm. Incluso encachado de piedra caliza 40/80 mm. de 20 cm. de espesor, vertido, colocación y parte proporcional de juntas y fratasado.	38,49
TREINTA Y OCHO EUROS con CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS			
E05AP030	ud	PLAC.ANCLAJE S275 35x25x1,5cm Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 35x35x1,5 cm. con cuatro garro- tas de acero corrugado de 12 mm. de diámetro y 45 cm. de longitud total, soldadas, i/taladro cen- tral, colocada. Según NTE y CTE-DB-SE-A.	26,14
VEINTISEIS EUROS con CATORCE CÉNTIMOS			

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
SUBCAPÍTULO 01.4 CUBIERTA			
E09IMP080	m2	CUB.PANEL CHAPA PRE-50 I/REMATES	42,07
Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial, con 2 láminas prelacadas de 0,6 mm. con núcleo de espuma de poliuretano de 40 kg./m3. con un espesor total de 50 mm. sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, tapajuntas, accesorios de fijación, limahoyas, cumbrera, remates laterales, encuentros de chapa prelacada de 0,6 mm. y 500 mm. de desarrollo medio, instalado, i/medios auxiliares y elementos de seguridad, s/NTE-QTG-8,9,10 y 11. Medida en verdadera magnitud.			
			CUARENTA Y DOS EUROS con SIETE CÉNTIMOS
SUBCAPÍTULO 01.5 CERRAMIENTO PERIMETRAL			
C10M0230	* m²	CERRAM.BLOQ.39x19x19 BLANCO LISO	44,10
Fábrica de cerramiento de 19 cm. de espesor, conformada por bloque hueco de 39x19x19 cm., en color blanco o crema, textura lisa o ranurada, tomada con mortero hidrófugo de cemento blanco 1:6, espesor de juntas 1 cm. Con parte proporcional de rejunteo, encuentros, piezas especiales y enjarjes. Incluso andamios y medios auxiliares. Totalmente acabada.			
			CUARENTA Y CUATRO EUROS con DIEZ CÉNTIMOS
C17EF060	* m²	VENTANAL FIJO PVC >2m²	110,77
Carpintería fija de perfiles de PVC con refuerzos interiores de acero galvanizado, mayor de 2 m², compuesta por perfiles de 70x40 mm. de sección, premarco de aluminio especial, tapajuntas en los marcos, guías para persianas, junquillos y gomas para la colocación de vidrio de cámara y tornillos de fijación. Incluso parte proporcional de sellado perimetral con espuma de poliuretano y medios auxiliares para su colocación. Completa y colocada.			
			CIENTO DIEZ EUROS con SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS
C18C040	* ud	PUERTA BASCULANTE 2H AL.LAC.BLAN.3x3m.	3.519,77
Puerta basculante de 4x2,60 m. de 2 hojas articuladas 1/3 de aluminio lacado blanco, accionada manualmente por contrapesos. Construida con cerco y bastidor de tubo de 2 mm. de espesor con doble refuerzo interior, bisagras, guías laterales, rodamientos, poleas, cable de acero anticorrosión para colgar contrapesos, pernios de seguridad, cajones de chapa de aluminio lacado blanco de 2 mm., cerradura, patillas de fijación a obra y demás accesorios, elaborada en taller. Ajuste y montaje en obra (sin incluir recibido de albañilería).			
			TRES MIL QUINIENTOS DIECINUEVE EUROS con SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
CAPÍTULO 02 INSTALACIÓN HIDRÁULICA			
SUBCAPÍTULO 02.1 RED DE TUBERÍAS DE CALOR			
APARTADO 02.1.1 ZANJA			
AA00100	m3	Arena cernida	6,00
		Medido el volumen aparente útil descargado	
		SEIS EUROS	
M12M020	* H	Excavadora hidráulica neumáticos 67 CV	38,88
		TREINTA Y OCHO EUROS con OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
M03C020	* H	Bandeja compactadora reversible gasolina	2,91
		DOS EUROS con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS	
APARTADO 02.1.2 TUBOS			
02.1.2.1	m	Rauthermex UNO SDR 11 160/250	419,57
		CUATROCIENTOS DIECINUEVE EUROS con CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS	
02.1.2.2	m	Rauthermex UNO SDR 11 125/182	244,82
		DOSCIENTOS CUARENTA Y CUATRO EUROS con OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS	
02.1.2.3	m	Rauthermex UNO SDR 11 110/162	172,15
		CIENTO SETENTA Y DOS EUROS con QUINCE CÉNTIMOS	
02.1.2.4	m	Rauthermex UNO SDR 11 90/162	149,84
		CIENTO CUARENTA Y NUEVE EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
02.1.2.5	m	Rauthermex UNO SDR 11 75/162	133,91
		CIENTO TREINTA Y TRES EUROS con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS	
02.1.2.6	m	Rauthermex UNO SDR 11 63/126	107,54
		CIENTO SIETE EUROS con CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	
02.1.2.7	m	Rauthermex UNO SDR 11 50/111	77,26
		SETENTA Y SIETE EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS	
02.1.2.8	m	Rauthermex UNO SDR 11 40/91	54,52
		CINCUENTA Y CUATRO EUROS con CINCUENTA Y DOS CÉNTIMOS	
02.1.2.9	m	Rauthermex UNO SDR 11 32/91	49,89
		CUARENTA Y NUEVE EUROS con OCHENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
02.1.2.10	m	Rauthermex UNO SDR 11 25/91	43,08
		CUARENTA Y TRES EUROS con OCHO CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
APARTADO 02.1.3 UNIONES			
02.1.3.1	u	Unión en T	379,27
		TRESCIENTOS SETENTA Y NUEVE EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS	
02.1.3.2	u	Codo en L	279,30
		DOSCIENTOS SETENTA Y NUEVE EUROS con TREINTA CÉNTIMOS	
SUBCAPÍTULO 02.2 ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN			
APARTADO 02.2.1 CALDERAS			
MX1		CALDERA VIESSMANN VITOMAX 2,9MW	64.550,00
		SESENTA Y CUATRO MIL QUINIENTOS CINCUENTA EUROS	
APARTADO 02.2.2 BOMBAS DE CIRCULACIÓN			
MX2		Bomba Wilo CronoNorm NLG	2.450,00
		DOS MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA EUROS	
APARTADO 02.2.3 INTERCAMBIADORES DE CALOR			
MX1111	ud	Intercambiador de placas desmontable 725 kW	3.126,37
		TRES MIL CIENTO VEINTISEIS EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS	
MX1112	ud	Intercambiador de placas desmontable 400kW	2.453,35
		DOS MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y TRES EUROS con TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS	
MX1113	ud	Intercambiador de placas desmontable 305kW	2.199,87
		DOS MIL CIENTO NOVENTA Y NUEVE EUROS con OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS	
MX1114	ud	Intercambiador de placas desmontable 1.155kW	5.321,58
		CINCO MIL TRESCIENTOS VEINTIUN EUROS con CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
MX1115	ud	Intercambiador de placas desmontable 950kW	4.920,62
		CUATRO MIL NOVECIENTOS VEINTE EUROS con SESENTA Y DOS CÉNTIMOS	
MX1116	ud	Intercambiador de placas desmontable 120kW	1.037,40
		MIL TREINTA Y SIETE EUROS con CUARENTA CÉNTIMOS	
MX1117	ud	Intercambiador de placas desmontable 195kW	1.341,20
		MIL TRESCIENTOS CUARENTA Y UN EUROS con VEINTE CÉNTIMOS	



## CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
<b>APARTADO 02.2.4 OTROS ELEMENTOS</b>			
P21U030	* ud	Válvula antirretorno	92,30
		NOVENTA Y DOS EUROS con TREINTA CÉNTIMOS	
P21V390	* ud	Vaso expansión Vasoflex 425Lt.	591,16
		QUINIENTOS NOVENTA Y UN EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS	
MX2005	ud	Válvula de cierre	80,16
		OCHENTA EUROS con DIECISEIS CÉNTIMOS	
C24V350	* ud	MANÓMETRO DE 0 A 15 BAR	26,84
		Manómetro con lira para instalar en colectores o tuberías de 0 a 15 bar.	
		VEINTISEIS EUROS con OCHENTA Y CUATRO CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
CAPÍTULO 01 NAVE			
SUBCAPÍTULO 01.1 EXCAVACIÓN			
E02EM040	m3	EXC.ZANJA T.DUROS C/MART.ROMP. Excavación en zanjas, en terrenos duros, con martillo rompedor, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	
			Mano de obra..... 9,67
			Maquinaria..... 27,71
			TOTAL PARTIDA ..... 37,38
SUBCAPÍTULO 01.2 ESTRUCTURA			
E05AAL005	kg	ACERO S275 EN ESTRUCTURA SOLDADA Acero laminado S275, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, zunchos y correas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de imprimación con pintura de minio de plomo, montado y colocado, según NTE-EAS/EAV y CTE-DB-SE-A.	
			Mano de obra..... 0,50
			Resto de obra y materiales..... 1,38
			TOTAL PARTIDA ..... 1,88
SUBCAPÍTULO 01.3 CIMENTACIÓN			
C06F010	* m³	HORMIGÓN LIMPIEZA HM-20 Hormigón HM-20N/mm², de consistencia plástica y árido de tamaño máximo 40 mm., elaborado en central, vertido en pozos y zanjas. Incluso parte proporcional de mermas y nivelación. Colocado en obra. Realizado según Instrucción CTE.	
			Mano de obra..... 33,16
			Maquinaria..... 30,04
			Resto de obra y materiales..... 87,57
			TOTAL PARTIDA ..... 150,76
C06F120	* m³	HORMIGÓN HA-30N/mm² EN ZAPATAS B-500S Hormigón HA-30N/mm² B500-S, de consistencia plástica y árido de tamaño máximo 20 mm., elaborado en planta, vertido en zapatas, con cuantía según Proyecto. Incluso parte proporcional de vibrado, curado, mermas, formación de juntas constructivas y de dilatación, nivelación del elemento. Colocado en obra. Realizado según Instrucción CTE.	
			Mano de obra..... 37,61
			Maquinaria..... 30,25
			Resto de obra y materiales..... 128,24
			TOTAL PARTIDA ..... 196,10
CA00320	kg	ACERO B 500 S Medido el peso real útil descargado	
			TOTAL PARTIDA ..... 0,81
C06F160	* m³	HORMIGÓN HA-30N/mm² RIOST B-500S Hormigón HA-30N/mm² B500-S, de consistencia plástica y árido de tamaño máximo 20 mm., elaborado en planta, vertido en vigas riostras, con cuantía según Proyecto. Incluso parte proporcional de vibrado, curado, mermas, formación de juntas constructivas y de dilatación, nivelación del elemento. Colocado en obra. Realizado según Instrucción CTE.	
			Mano de obra..... 42,42
			Maquinaria..... 30,39
			Resto de obra y materiales..... 148,58
			TOTAL PARTIDA ..... 221,39

CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
C06S120	* m²	SOLERA HA-25/15cm. + ENCACH.20cm. Solera de hormigón de 15 cm. de espesor, realizada con hormigón HA-25N/mm², tamaño máximo 20 mm. Incluso encachado de piedra caliza 40/80 mm. de 20 cm. de espesor, vertido, colocación y parte proporcional de juntas y fratasado.	
		Mano de obra.....	12,38
		Maquinaria.....	4,81
		Resto de obra y materiales.....	21,30
		TOTAL PARTIDA .....	38,49
E05AP030	ud	PLAC.ANCLAJE S275 35x25x1,5cm Placa de anclaje de acero S275 en perfil plano, de dimensiones 35x35x1,5 cm. con cuatro garros de acero corrugado de 12 mm. de diámetro y 45 cm. de longitud total, soldadas, i/taladro central, colocada. Según NTE y CTE-DB-SE-A.	
		Mano de obra.....	14,07
		Maquinaria.....	0,26
		Resto de obra y materiales.....	11,81
		TOTAL PARTIDA .....	26,14
SUBCAPÍTULO 01.4 CUBIERTA			
E09IMP080	m2	CUB.PANEL CHAPA PRE-50 I/REMATES Cubierta formada por panel de chapa de acero en perfil comercial, con 2 láminas prelacadas de 0,6 mm. con núcleo de espuma de poliuretano de 40 kg./m3. con un espesor total de 50 mm. sobre correas metálicas, i/p.p. de solapes, tapajuntas, accesorios de fijación, limahoyas, cumbrera, remates laterales, encuentros de chapa prelacada de 0,6 mm. y 500 mm. de desarrollo medio, instalado, i/medios auxiliares y elementos de seguridad, s/NTE-QTG-8,9,10 y 11. Medida en verdadera magnitud.	
		Mano de obra.....	10,11
		Resto de obra y materiales.....	31,96
		TOTAL PARTIDA .....	42,07
SUBCAPÍTULO 01.5 CERRAMIENTO PERIMETRAL			
C10M0230	* m²	CERRAM.BLOQ.39x19x19 BLANCO LISO Fábrica de cerramiento de 19 cm. de espesor, conformada por bloque hueco de 39x19x19 cm., en color blanco o crema, textura lisa o ranurada, tomada con mortero hidrófugo de cemento blanco 1:6, espesor de juntas 1 cm. Con parte proporcional de rejunteo, encuentros, piezas especiales y enjarjes. Incluso andamios y medios auxiliares. Totalmente acabada.	
		Mano de obra.....	17,89
		Maquinaria.....	0,01
		Resto de obra y materiales.....	26,19
		TOTAL PARTIDA .....	44,10
C17EF060	* m²	VENTANAL FIJO PVC >2m² Carpintería fija de perfiles de PVC con refuerzos interiores de acero galvanizado, mayor de 2 m², compuesta por perfiles de 70x40 mm. de sección, premarco de aluminio especial, tapajuntas en los marcos, guías para persianas, junquillos y gomas para la colocación de vidrio de cámara y tornillos de fijación. Incluso parte proporcional de sellado perimetral con espuma de poliuretano y medios auxiliares para su colocación. Completa y colocada.	
		Mano de obra.....	3,64
		Resto de obra y materiales.....	107,13
		TOTAL PARTIDA .....	110,77

CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
C18C040	* ud	PUERTA BASCULANTE 2H AL.LAC.BLAN,3x3m. Puerta basculante de 4x2,60 m. de 2 hojas articuladas 1/3 de aluminio lacado blanco, accionada manualmente por contrapesos. Construida con cerco y bastidor de tubo de 2 mm. de espesor con doble refuerzo interior, bisagras, guías laterales, rodamientos, poleas, cable de acero anticorrosión para colgar contrapesos, pernios de seguridad, cajones de chapa de aluminio lacado blanco de 2 mm., cerradura, patillas de fijación a obra y demás accesorios, elaborada en taller. Ajuste y montaje en obra (sin incluir recibido de albañilería).	
		Mano de obra.....	95,73
		Resto de obra y materiales.....	3.424,04
		TOTAL PARTIDA .....	3.519,77

CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
CAPÍTULO 02 INSTALACIÓN HIDRÁULICA			
SUBCAPÍTULO 02.1 RED DE TUBERÍAS DE CALOR			
APARTADO 02.1.1 ZANJA			
AA00100	m3	Arena cernida	
		Medido el volumen aparente útil descargado	
		TOTAL PARTIDA .....	6,00
M12M020	* H	Excavadora hidráulica neumáticos 67 CV	
		Maquinaria .....	38,88
		TOTAL PARTIDA .....	38,88
M03C020	* H	Bandeja compactadora reversible gasolina	
		Maquinaria .....	2,91
		TOTAL PARTIDA .....	2,91
APARTADO 02.1.2 TUBOS			
02.1.2.1	m	Rauthermex UNO SDR 11 160/250	
		TOTAL PARTIDA .....	419,57
02.1.2.2	m	Rauthermex UNO SDR 11 125/182	
		TOTAL PARTIDA .....	244,82
02.1.2.3	m	Rauthermex UNO SDR 11 110/162	
		TOTAL PARTIDA .....	172,15
02.1.2.4	m	Rauthermex UNO SDR 11 90/162	
		TOTAL PARTIDA .....	149,84
02.1.2.5	m	Rauthermex UNO SDR 11 75/162	
		TOTAL PARTIDA .....	133,91
02.1.2.6	m	Rauthermex UNO SDR 11 63/126	
		TOTAL PARTIDA .....	107,54
02.1.2.7	m	Rauthermex UNO SDR 11 50/111	
		TOTAL PARTIDA .....	77,26
02.1.2.8	m	Rauthermex UNO SDR 11 40/91	
		TOTAL PARTIDA .....	54,52
02.1.2.9	m	Rauthermex UNO SDR 11 32/91	
		TOTAL PARTIDA .....	49,89
02.1.2.10	m	Rauthermex UNO SDR 11 25/91	
		TOTAL PARTIDA .....	43,08

CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
APARTADO 02.1.3 UNIONES			
02.1.3.1	u	Unión en T	
TOTAL PARTIDA .....			379,27
02.1.3.2	u	Codo en L	
TOTAL PARTIDA .....			279,30
SUBCAPÍTULO 02.2 ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN			
APARTADO 02.2.1 CALDERAS			
MX1		CALDERA VIESSMANN VITOMAX 2,9MW	
Resto de obra y materiales.....			64.550,00
TOTAL PARTIDA .....			64.550,00
APARTADO 02.2.2 BOMBAS DE CIRCULACIÓN			
MX2		Bomba Wilo CronoNorm NLG	
TOTAL PARTIDA .....			2.450,00
APARTADO 02.2.3 INTERCAMBIADORES DE CALOR			
MX1111	ud	Intercambiador de placas desmontable 725 kW	
TOTAL PARTIDA .....			3.126,37
MX1112	ud	Intercambiador de placas desmontable 400kW	
TOTAL PARTIDA .....			2.453,35
MX1113	ud	Intercambiador de placas desmontable 305kW	
TOTAL PARTIDA .....			2.199,87
MX1114	ud	Intercambiador de placas desmontable 1.155kW	
TOTAL PARTIDA .....			5.321,58
MX1115	ud	Intercambiador de placas desmontable 950kW	
TOTAL PARTIDA .....			4.920,62
MX1116	ud	Intercambiador de placas desmontable 120kW	
TOTAL PARTIDA .....			1.037,40
MX1117	ud	Intercambiador de placas desmontable 195kW	
TOTAL PARTIDA .....			1.341,20

CUADRO DE PRECIOS 2

CÓDIGO	UD	DESCRIPCIÓN	PRECIO
APARTADO 02.2.4 OTROS ELEMENTOS			
P21U030	* ud	Válvula antirretorno	
TOTAL PARTIDA.....			92,30
P21V390	* ud	Vaso expansión Vasoflex 425Lt.	
TOTAL PARTIDA.....			591,16
MX2005	ud	Válvula de cierre	
TOTAL PARTIDA.....			80,16
C24V350	* ud	MANÓMETRO DE 0 A 15 BAR	
Manómetro con lira para instalar en colectores o tuberías de 0 a 15 bar.			
Mano de obra.....			8,26
Resto de obra y materiales.....			18,58
TOTAL PARTIDA.....			26,84

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS
01	NAVE.....	37.783,93
-01.1	-EXCAVACIÓN.....	706,48
-01.2	-ESTRUCTURA.....	7.337,87
-01.3	-CIMENTACIÓN.....	10.478,12
-01.4	-CUBIERTA.....	5.149,37
-01.5	-CERRAMIENTO PERIMETRAL.....	14.112,09
02	INSTALACIÓN HIDRÁULICA.....	750.856,27
-02.1	-RED DE TUBERÍAS DE CALOR.....	554.560,91
-02.1.1	-ZANJA.....	23.761,20
-02.1.2	-TUBOS.....	519.104,17
-02.1.3	-UNIONES.....	11.695,54
-02.2	-ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN.....	196.295,36
-02.2.1	-CALDERAS.....	129.100,00
-02.2.2	-BOMBAS DE CIRCULACIÓN.....	4.900,00
-02.2.3	-INTERCAMBIADORES DE CALOR.....	60.222,34
-02.2.4	-OTROS ELEMENTOS.....	2.073,02
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		788.640,20
15,00% Gastos generales.....		118.296,03
10,00% Beneficio industrial.....		78.864,02
SUMA DE G.G. y B.I.		197.160,05
21,00% I.V.A. ....		207.018,05
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		1.192.818,30
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		1.192.818,30

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de UN MILLÓN CIENTO NOVENTA Y DOS MIL OCHOCIENTOS DIECIOCHO EUROS con TREINTA CÉNTIMOS

, a .

LA PROPIEDAD

LA DIRECCION FACULTATIVA